ISSN 0376—477X

中華農業研究

第四十七卷 第二期

目次

土壤缺水對水稻與陸稻期作間生產之影響

(一)生長與產量之差異……賴明信 楊純明 郭益全… 95

綠豆種原外形性狀遺傳歧異之地理分布……陳 述 陳 成 范明仁 鄒篪生…108

文心蘭切花之乙烯生成及外加乙烯與去除

花藥蓋對花朵品質之影響……黃肇家…125

印度棗葉蟬之發生消長與藥劑防治……溫宏治…135

應用 IRAC Method No.7（葉片浸藥法）偵測

小菜蛾對BPU類生長調節劑抗性之研究(英文)……鄭 允 高靜華…142

臺灣革翅目（昆蟲綱）名錄……周樑鎰…159

氣輔桿式噴藥機之研製……梁連勝 陸龍虎 顏秀榮…164

玫瑰消費者之消費行為研究……潘德芳 楊世華…179

中華民國八十七年六月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：95～107（1998）

土壤缺水對水稻與陸稻期作間生產之影響

（一）生長與產量之差異[1]

賴明信　楊純明　郭益全[2]

摘要：本項試驗以本省陸稻品系 2 個，日本陸稻品種 4 個，菲律賓陸稻品種 1 個以及本省水稻推廣品種 4 個爲材料，分別於 1995 年第一、二期作栽種於臺灣省農業試驗所農場，以探討土壤缺水對稻穀產量及產量構成性狀之影響，並比較水、陸稻乾旱衝擊之差異。結果顯示，乾旱處理降低參試品種（系）之稻穀產量及株高，降低的幅度以水稻品種較嚴重。陸稻品種（系）因期作不同表現不同，第一期作減少幅度大於第二期作，其中臺農選 1、2 號及農林糯 4 號在兩期作處理間表現較穩定，即對水分多寡之反應較鈍感。臺農 67 號對缺水環境適應性高於其他水稻品種（系），因此在較佳之陸稻品種尚未選育出前，可作爲面臨栽培時期遭受乾旱威脅地區之選擇。在產量構成性狀上，乾旱處理明顯降低參試水稻品種之穗數與一穗粒數及陸稻品種（系）之稔實率及穗數。相同處理下稻穀容重第二期高於第一期作，而乾旱增加稻穀容重。試驗亦發現，缺水情況下參試之本省陸稻品系較日本陸稻品種表現爲佳，顯示本省陸稻品系對水分逆境的適應能力優於日本陸稻品種，利用爲育種親本成效較佳。

關鍵詞：水稻、陸稻、缺水、期作、生長、產量。

前　言

在以灌溉（irrigation）或雨灌（rainfed）爲主的土壤，當水源供應停止時（如乾旱的發生），若其上生長的作物所消耗的水分大於土壤中所能提供的水分，作物即處於缺水狀態而影響其生長的正常進行。各項缺水的徵狀亦陸續出現，作物將從出現生長的阻滯開始終至死亡[11]。臺灣地區雖屬海島型氣候，由於特殊的地理與地形條件及降雨量分佈的不均，水資源原本就非常有限。近年來又由於地球生態遭受嚴重破壞，全球氣候變化異常，水資源日感缺乏，加以工商業及民生用水的大量需求下，能分配於農業的百分比勢必愈來愈少。灌溉設施縱然完備，在水資源不足分配狀況，仍難發揮作物生產潛能。因此殊有必要因應未來情況擬定農作物生產可行策略，以維持糧食供應的不虞匱乏，並確保農民的權益。

水稻的栽培，需要足夠而且適量的水份，方能獲得最高產力。缺水對其產量與品質都會發生影響，尤其是發生在抽穗前 20 天至抽穗後 10 天期間，將嚴重減損稻穀產量[14]。Yang[19]更明確指出，當土壤水分潛勢下降至低於－0.25Mpa 時即出現明顯的減產，特別是發生在生殖生長階段的缺水，減產幅度高於營養生長期缺水者。然而，並非所有水稻對缺水之反應強度皆一致，McCauley *et al.*[15]曾比較噴灌處理（sprinkler irrigation）與正常水田栽培時之產量差異，發現品種間相對產量差異達 56—102％。

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1937 號。
2. 本所農藝系助理、副研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

Westcott and Vines[18]亦發現噴灌處理產量較一般水田栽培減產，幅度從 16 %—32 % 不等，品種間差異甚大。由此顯示，水稻的水分利用效率及耐／抗旱能力品種間存在明顯差異，而且耐／抗旱能力強的品種，其產量受水分環境因子的影響相對較小。所以，加強作物水分利用效率及耐／抗旱能力是因應缺水可行的途徑，相關試驗研究亟待加強。

在全世界稻作耕地面積中，陸稻（upland rice）栽植占約 12 %[9]，這些栽培區的土壤水分絕大部份來自降水（precipitation），由於生長季節降水不固定，水源供給受限制，使其無法發揮應有生產潛能，產量表現不佳。Chang *et al.*[6]指出陸稻的種類不如水稻多，而且大部份品種具有分蘗性差、植株過高、容易倒伏及產量潛能不佳等缺點。然而，陸稻之外表形態及生理構造與水稻差異甚大，通常葉片具有較高的氣孔阻力[12]、較厚的角質層[20]與較容易捲曲[8]，根系較密且深[5,16]，品種間有很大的差異[13]，根莖比高[5,16]及葉片水分潛勢之調節力優於水稻，而品種間差異不顯著[7]等特性，使其抗／耐旱能力較佳。在缺水狀況下，陸稻一般比水稻具有較高的光合成速率與水分平衡[10]，葉綠素含量、蛋白質、RNA 及某些酵素活性維持較高[4]，葉片中之脯氨酸累積含量遠高於水稻品種[1]，而脯氨酸的累積能力似與作物之抗旱性有關[17]。臺灣地區有關陸稻之試驗研究報告鮮少，尤其是在地種之陸稻品種（系）的評估及瞭解更不清楚，造成育種策略擬定上之困難。

本研究目的乃藉人為斷水處理造成乾旱衝擊，以瞭解在有限水源灌溉下，水、陸稻期作間植株生長、產量及稻穀容重所受之影響，並比較參試品種耐／抗旱程度及性狀相關之差異，期作為未來遺傳育種及應用推廣之參考。

材料與方法

由設立於臺灣省農業試驗所國家作物種原中心中，經篩選並種植於水田中評估稻種，選出本省陸稻品系 2 個，引種之日本陸稻品種 4 個、菲律賓陸稻品種 1 個及本省水稻推廣品種 4 個（表 1）為材料，於 1995 年第一、二期作分別栽種於臺灣省農業試驗所農場，參試材料第一期作經育苗四週後於 2 月 23 日移植本田，第二期作經三週育苗後於 7 月 31 日插植本田。試驗小區面積為 7m×2m，種植 6 行，行株距 30cm×15cm，單本植。一期作插植一週後第一次補植，二週後第二次補植；二期作則於插植三天後第一次補植，一週後第二次補植，以確保本田初期不會有缺株現象發生。

表 1. 本試驗參試水、陸稻品種來源及抽穗期

Table 1. Source and heading day for rice varieties used in this study.

Variety	Source	Heading day	
		cropping season	
Upland rice		I	II
Tainung Sel.1	Taiwan	77	53
Tainung Sel.2	Taiwan	80	54
Ohhobatwase 123	Japan	77	56
Omachi	Japan	74	51
Kuroca	Japan	75	53
M1-48	Philippines	122	79
Nohrin-Mochi 4	Japan	76	50
Lowland rice			
Tainung 67	Taiwan	89	68
Taikeng 10	Taiwan	95	63
Taikcng 2	Taiwan	96	67
Taihung 189	Taiwan	95	75

田間管理依慣行方法施行，基肥爲臺肥 39 號（N：P_2O_5：K_2O ＝ 12：18：12）400kg.ha^{-1}，追肥爲硫銨（400kg.ha^{-1}）分別於分蘗盛期、孕穗期及穀粒充實期各施一次。病蟲害之防治方法，以 22.5 %陶斯松乳劑 （1.8L.ha^{-1}）、45 %一品松乳劑（1.0L.ha^{-1}）、25 %歐松乳劑（2.0L.ha^{-1}）及 25 %布芬淨粉劑（0.8kg.ha^{-1}）混合施用，稀釋 500 倍，一期作於移植後 56 天及 80 天，二期作則於 20 天及 40 天各噴灑一次；雜草防除乃於插植後及最後一次補植後各施用丁拉免速隆粒劑（30kg.ha^{-1}）一次。

田間採裂區設計，三重複，以乾旱處理有無爲主區，品種爲副區。試驗期間每 5 天之降雨累積量列於表 2。試驗材料於移植本田後 10 天，處理區即停止灌水，田間水分以類似看天田的方式管理，即使下雨，雨水立即排除不積留於田間，直至稻株外觀略呈萎凋現象時方灌水。生育期間每於田間土壤呈乾涸狀態前將阻力石膏式塊掩埋於土深 20 公分處，以土壤水分計（Model J—3,Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan）測其阻力值，經比對阻力—水分校正曲線，追蹤田間土壤水分潛勢。灌水後，隔天即將積水排乾。第一期作分別於移植後 66 天及 103 天，田間土壤水分潛勢造成植株發生萎凋狀況，此時監測之土壤水分潛勢分別爲－ 0.35 及－ 0.26MPa。第二期作由於雨量充沛，移植後 72 天乾旱處理區之植株方發生萎凋，監測得土壤含水量爲－ 0.35MPa。

表 2. 試驗期間之降雨分布

Table 2. Distribution of precipitation (mm) during the experimental periods in 1995.

cropping season	Days after transplanting																		
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
I	6.5^x	16	1.5	0.5	39.5	18.5	0	0^z	0	0^y	0	0	0.5	68	22.5	0^z	0	0.5^z	88
II	49.5	0	2	0.5	0	13	0	1.5	0^z	0	20^y	0.5	0	0	0	0	0	0	0

^{z}and^y were the date of water-withholding and reirrigation, respectively.
^{x}amount of precipitation was accumulated every 5 days.

當小區 50 %之族群抽穗時定爲該品種之抽穗期，待成熟，每小區取 6 株，調查株高、分蘗數、產量構成性狀及稻穀容重（一公升容量之重量）。另刈取 10m^2 面積植株之稻穀估算公頃產量，稱爲實測產量（measured yield），而由調查之產量構成性狀估算而得者稱之爲估計產量（estimated yield）。各項調查資料以 SAS 套裝軟體（SAS Institute Inc., USA）進行統計變方分析及 LSD 比測，比較品種、處理間產量及調查之農藝性狀之差異顯著性，以及產量與農藝性狀之相關係數。

結　果

一、調查性狀之變方分析

表 3 爲第一、二期作之產量、產量構成性狀、稻穀容重及生長性狀之變方分析表，由表顯示第一期作稻穀實測產量及估測產量在處理間及品種間皆呈極顯著差異，且品種與處理具極顯著之交感效應存在，表示不同品種之稻穀產量對乾旱處理之反應趨勢不相同。品種間產量構成性狀皆呈極顯著，而處理間唯稔實率及穗數呈顯著，其中穗數在品種及處理具有顯著交感效應。株高在品種間、處理間及品種與處理之交感效應均有極顯著性存在，穗長及有效穗數因品種不同而有差異，乾旱處理對兩者沒有顯著影響。稻穀容重在品種、處理間均具有極顯著性，而且品種及處理具極顯著交感效應。

第二期作之稻穀實測產量及估測產量在品種間、處理間及品種與處理之交感效應均呈極顯著；而產量構成性狀中，品種間差異均呈極顯著，在處理間其中唯稔實率呈極顯著，穗數、一穗粒數及千粒重在品種及處理間皆具有顯著或極顯著交感效應，顯示品種之產量構成性狀個別對乾旱之反應不同。

表 3. 第一、二期作產量、產量構成性狀及生長性狀之變方分析

Table 3. Analysis of variance on the yield, yield components and growth characteristics of rice varieties for two crops in 1995.

Source	DF	Mean Square									
		Measured yield	Estimated yield	Plant height	Panicle length	Percent grain—filling	Panicle number	Spikelets / panicle	1000—grain weight	Effective panicle	Volume weight
						Ist crop					
Treatment(T)	1	137,462,569.7**	81,579,022.2**	2,624.5**	55.1	136.6*	100.3*	693.2	7.5	0.0000	22,064.0*
Block / treatment	4	2,409,015.7	2,836,449.4	88.8	11.9	183.6	5.1	1,387.1	2.6	0.0033	1,046.3
Variety(V)	11	6,494,258.6**	7,170,762.0**	218.3**	55.0**	172.0**	11.1**	1,056.4**	77.7**	0.0101*	8,721.3**
T*V	11	2,250,536.6**	2,219,208.9	163.6**	26.4	52.7	4.5*	475.3	3.6	0.0012	803.6**
Error	44	463,382.1	1,693,397.8	29.1	16.7	31.6	2.2	364.0	2.1	0.0040	293.6
						2nd crop					
Treatment(T)	1	22,303,407.3**	7,567,152.2**	526.0	1.2	431.6**	29.3	884.1	3.9	0.0018	2,322.2
Block / treatment	4	182,443.8	3,350,054.2	236.7	1.2	18.5	7.4	258.1	1.5	0.0005	749.0
Variety(V)	11	3,191,057.9**	3,956,978.3**	244.9**	29.8**	406.5**	19.7**	4,284.3**	74.5**	0.0017*	5,993.6**
T*V	11	2,121,268.8**	1,153,043.9**	72.6**	1.9**	57.2	3.3*	292.4*	5.1**	0.0019	165.8
Error	44	282,255.7	357,433.3	14.7	0.7	29.0	1.5	118.3	1.1	0.0008	450.1

*and** are signifieant at 5 % and 1 % levels, respectively.

株高及穗長在品種及處理間具有極顯著之交感效應，有效穗數及稻穀容重在品種間呈顯著，處理間差異則不顯著。

二、第一期作相同處理下品種調查性狀之比較

各個參試品種在第一期作處理間之調查性狀平均值列於表 4，在稻穀產量方面，正常管理區中水稻品種均較陸稻品種爲高，陸稻品種中以 Kuroca 之產量最高；而在乾旱處理區，水稻品種以臺農 67 號之 6242kgha^{-1} 最高，臺中 189 號最低，陸稻品種（系）以台農選 2 號及農林糯 4 號（Nohrin Mochi 4）最高，其稻穀產量與台農 67 號差異不顯著。乾旱處理區所有參試品種（系）之稻穀產量皆較正常栽培區下降，水稻品種下降之幅度大於陸稻品種（系），陸稻品種（系）以台農選 1、2 號及農林糯 4 號受乾旱影響程度較小者，Ohhobatwase 123 及 Kuroca 受影響較大；水稻品種以臺中 189 號受影響最大，台稉 2 號及台稉 10 號次之。以產量構成性狀相乘積推估實際產量，在正常管理區中除陸稻品種台農選 1 號及 Omachi 較實際稻穀產量高外，其餘參試品種（系）均低估，而且水稻品種低估的情況較陸稻品種（系）爲嚴重；在乾旱處理區低估情形與正常栽培區之情況相同，唯估算值較爲接近。

在乾旱處理區之平均株高明顯矮於正常栽培區。在正常栽培區，陸稻品種（系）以 M1—48 之株高最高，其餘品種（系）株高差異不顯著；水稻品種中以台稉 10 號株高最高外，其餘品種亦差異不顯著。在乾旱處理區，陸稻品種（系）除 Kuroca 株高明顯較矮外，其餘品種（系）差異不顯著；水稻品種除臺中 189 號明顯較矮外，其餘品種差異亦不顯著。在正常栽培區中，陸稻品種（系）以台農選 1 號之穗長最長，農林糯 4 號最短，水稻品種以台稉 2 號最長，達 34.7cm；在乾旱處理區中陸稻品種以 M1—48 之穗長最長，農林糯 4 號最短，水稻品種以台稉 2 號最長。

稔實率在正常栽培區，陸稻品種（系）中以 Omachi 之稔實率最高，M1—48 最低，水稻品種以台稉 2 號最高，其餘差異不顯著；在乾旱處理區，陸稻品種（系）以 Ohhobatwase 123 維持在 80 %以上外，其餘品種（系）皆低於 80 %，水稻品種則差異不明顯。不論是水、陸稻品種（系），乾旱處理區之整體平均穗數明顯低於正常栽培區。在正常栽培區，陸稻品種（系）之穗數以 M1—48 最少，其餘品種（系）差異不顯著，參試水稻品種則差異皆不顯著；在乾旱處理下陸稻品種（系）以臺農選 2 號、Omachi 及農林糯 4 號最高，並明顯高於其他品種（系），水稻品種則差異不顯著。整體之平均一穗粒數在兩處理差異不顯著；在正常栽培區，陸（水）稻品種（系）差異皆不顯著；在乾旱處理區，陸稻品種（系）中以 M1—48 之一穗粒數最多，農林糯 4 號最少，水稻品種以台稉 10 號最多。

在正常栽培區，陸稻品種(系)以 Kuroca 之千粒重最重，M1—48 最低，水稻品種以台梗 2 號最重，台梗 10 號最輕；在乾旱處理區，陸稻品種(系)亦以 Kuroca 最重，M1—48 最低，水稻品種則以台稉 2 號最重，台稉 10 號最輕。乾旱處理區整體之平均稻穀容重明顯重於正常栽培區，而在正常栽培下陸稻品種(系)之稻穀容重以 M1—48 最重，明顯高於其餘品種(系)，水稻品種以臺中 189 最重；在乾旱處理下陸稻品種(系)仍以 M1—48 最高，同時明顯高於其他品種(系)，而水稻品種則以台農 67 號最高。

三、第二期作相同處理下品種之調查性狀比較

第二期作參試品種處理間各調查性狀之平均值列於表 5。在乾旱處理區，整體之平均稻穀產量明顯低於正常栽培區；在正常栽培區之陸稻品種（系），以台農選 1、2 號最高，M1—48 最低，水稻品種以台農 67 號最高。在乾旱處理區，陸稻品種（系）以台農選 2 號最高，農林糯 4 號次之，水稻品種亦以台農 67 號最高，台稉 2 號次之。乾旱處理對實際稻穀產量之影響幅度，陸稻品種（系）遠小於水稻品種，而且較第一期作爲微，其中以台農選 2 號、Omachi 及農林選糯 4 號受影響程度最小。以產量構成性狀乘積估測之產量，整體之平均值在正常栽培區明顯高於乾旱處理區。在正常栽培區，陸稻品種（系）以農林糯 4 號最高，但參試品種（系）間差異不顯著，水稻品種以台稉 2 號最高；在乾旱處理區，陸稻品種（系）以 M1—48 最高，而且大幅高估，水稻品種以台農 67 號最高，亦高估。平均株高在兩栽培區，陸稻品種（系）均以 M1—48 最高，Kuroca 最低，水稻品種則差異不顯著。平均穗長

表 4. 第一期作調查農藝性狀之平均值

Table 4. The mean values of agronomic characteristics for rice varieties in the first crop of 1995.

Variety	Measured yield(kgha^{-1})		Estimated yield(kgha^{-1})		Plant height(cm)		Panicle length(cm)		Percent grain-filling (%)		Panicle number		Spikelets / panicle		1000-grain weight(g)		Volume weight(gL^{-1})	
Upland rice	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment
Tainung Se1.1	7,392.7(100)	5,635.5(76)[w]	7,945.0	4,888.1	118.1	116.2	28.3	22.4	86.5	75.9	12.5	8.9	104.5	108.2	31.8	30.3	433.1	510.1
Tainung Se1.2	6,939.7(100)	5,904.3(85)	5,901.0	5,338.5	119.5	119.5	19.5	21.3	82.4	77.1	11.5	10.4	87.9	113.1	30.7	26.8	445.0	493.1
Ohhobatwase 123	7,948.1(100)	4,972.1(63)	7,376.0	4,676.0	127.2	125.8	21.3	22.4	86.6	83.6	12.2	8.4	104.9	97.4	29.6	31.0	451.5	492.1
Omachi	7,737.5(100)	5,369.5(69)	8,292.0	4,829.3	120.6	117.9	19.8	20.7	87.9	74.7	13.1	10.8	106.0	87.8	30.7	30.7	413.0	473.1
Kuroca	8,272.8(100)	5,103.0(62)	6,959.0	5,241.2	121.0	110.9	20.5	20.5	82.0	78.9	11.6	8.8	103.5	104.1	32.0	32.4	487.3	532.1
M1-48	4,200.1(100)	2,877.2(69)	2,812.0	2,309.1	142.8	122.9	25.6	26.5	67.3	77.8	8.1	5.1	110.3	123.5	20.5	21.7	536.4	571.2
Nohrin-Mochi 4	7,716.4(100)	5,881.9(76)	5,619.0	4,532.7	117.0	114.3	18.9	18.5	81.3	78.7	12.1	11.2	81.2	82.2	30.5	28.6	452.8	448.4
Lowland rice																		
Tainung 67	9,019.6(100)	6,241.9(69)	7,078.0	5,415.0	123.8	108.2	21.8	20.4	87.7	87.4	12.0	10.8	120.9	104.1	25.0	24.3	508.2	559.9
Taikeng 10	9,034.8(100)	5,248.9(58)	7,477.0	5,163.7	136.2	111.3	21.1	20.0	89.5	88.1	12.7	8.6	130.1	135.4	23.0	23.1	494.4	514.2
Taikeng 2	9,226.9(100)	5,416.0(59)	8,600.0	4,118.0	128.3	105.8	34.7	21.3	93.2	88.7	12.7	9.3	119.2	90.0	27.5	25.4	529.1	539.3
Taichung 189	9,901.7(100)	4,485.5(45)	7,203.0	4,448.9	127.9	98.4	22.1	20.3	87.7	89.3	12.1	8.1	130.3	115.2	23.6	24.1	533.3	530.1
Mean(treatment)	7,944.6	5,194.2	6,842.0	4,632.8	125.7	113.7	23.1	21.3	84.7	81.8	11.9	9.1	109.0	105.5	27.7	27.1	477.9	514.9
L.S.D.[z]	828.4	1,136.9	3,162.3	1,816.7	9.5	10.3	9.3	2.1	15.3	8.2	2.3	2.3	29.9	36.6	2.1	4.1	33.0	35.9
L.S.D.[y]	1,710.6	1,024.1	2,004.1	1,864.9	9.3	10.0	11.6	1.1	5.2	5.8	2.8	3.6	41.6	33.2	1.2	1.3	12.7	27.4
L.S.D.[x]	1,267.6	1,024.9	2,560.2	1,776.6	8.4	9.8	9.6	1.9	11.7	6.6	2.3	2.6	31.2	33.4	1.6	3.0	26.3	31.5

[z] within upland rice
[y] within lowland rice
[x] within varieties
[w] is percentage respect to ck.
CK：normal;Treatment:soil water deficit.

表 **5.** 第二期作調查農藝性狀之平均值

Table 5. The mean values of agronomic characteristics for rice varieties in the second crop of 1995.

Variety	Measured yield(kgha^{-1})		Estimated yield(kgha^{-1})		Plant height(cm)		Panicle length(cm)		Percent grain-filling (%)		Panicle number		Spikelets / panicle		1000-grain weight(g)		Volume weight(gL^{-1})	
Upland rice	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment	CK	Treatment
Tainung Sel.1	4,685.3(100)	3,788.2(81)[w]	4,082.6	3,495.4	97.2	95.1	18.9	19.4	66.6	74.1	8.8	7.0	104.3	100.8	29.8	30.9	619.6	613.3
Tainung Sel.2	4,663.1(100)	4,416.3(95)	4,263.3	3,835.6	100.1	98.8	19.4	19.7	70.4	72.1	8.7	7.0	108.7	116.8	29.1	29.1	593.6	610.3
Ohhobatwase 123	4,006.6(100)	3,211.0(80)	4,440.2	3,771.7	100.4	99.5	19.1	19.6	82.1	79.7	9.1	7.3	96.3	96.8	28.2	29.5	577.0	583.2
Omachi	4,168.1(100)	4,099.0(98)	4,300.1	3,832.2	96.7	92.2	18.9	18.5	76.7	83.2	8.4	7.7	98.4	84.2	30.6	31.9	600.1	617.4
Kuroca	4,291.0(100)	3,723.4(87)	3,870.4	3,614.9	95.9	96.6	18.4	19.2	75.1	76.4	8.1	7.1	93.5	94.9	30.7	31.4	620.8	630.7
M1-48	3,734.3(100)	3,913.9(105)	3,860.0	4,989.2	111.7	105.8	24.8	23.0	69.8	91.5	7.3	8.2	159.4	147.6	21.6	20.7	601.7	623.8
Nohrin-Mochi 4	4,326.8(100)	4,148.3(96)	4,466.4	3,739.7	90.8	92.1	16.1	16.4	82.9	85.3	10.7	8.7	84.4	84.4	26.8	27.0	506.0	537.7
Lowland rice																		
Tainung 67	7,005.8(100)	4,460.2(64)	6,327.7	5,363.7	100.1	89.7	19.3	18.5	86.5	92.7	10.0	9.6	126.8	117.3	25.9	23.2	573.9	591.0
Taikeng 10	6,793.9(100)	3,619.3(53)	5,954.4	4,431.3	103.2	90.8	17.6	16.4	84.8	91.0	8.2	7.6	163.7	136.0	23.8	21.0	551.7	553.9
Taikeng 2	6,261.9(100)	4,080.0(65)	6,333.8	3,849.0	103.1	85.4	20.5	18.2	86.6	90.8	9.3	8.3	127.8	95.9	27.5	24.1	539.9	553.8
Taichung 189	6,480.7(100)	3,802.0(59)	5,190.5	4,200.4	106.6	91.5	19.5	19.0	93.1	91.8	7.8	7.7	125.7	113.5	25.7	23.5	572.4	577.4
Mean(treatment)	5,128.9	3,932.9	4,826.3	4,102.1	100.5	94.3	19.3	18.9	79.5	84.4	8.8	7.8	117.2	108.0	27.2	26.6	577.9	590.2
L.S.D.[z]	697.1	856.5	872.7	1,201.3	5.6	7.6	0.7	1.3	10.6	7.8	1.5	2.2	14.5	22.5	1.3	2.2	34.4	39.3
L.S.D.[y]	1,302.0	1,095.8	1,356.0	1,037.6	7.6	6.2	1.8	2.2	10.5	9.1	2.8	2.6	21.9	23.2	2.4	1.8	51.0	32.8
L.S.D.[x]	868.9	929.3	984.6	1,039.4	5.9	7.0	1.3	1.5	9.5	8.7	1.9	2.2	15.9	20.6	1.8	1.9	37.6	34.1

[z] within upland rice
[y] within lowland rice
[x] within varieties
[w] is percentage respect to ck.
CK：normal;Treatment:soil water deficit.

在正常栽培區，陸稻品種（系）以 M1—48 之穗長最長，並明顯高於其他品種（系），水稻品種以台粳 2 號最長，台粳 10 號最短。乾旱處理區之陸稻品種（系）亦以 M1—48 最長，農林糯 4 號最短，水稻品種（系）則以臺中 189 號最長，台粳 10 號最短。乾旱處理區整體之平均稔實率明顯高於正常栽培區。在正常栽培區，陸稻品種（系）之稔實率以農林糯 4 號及 Ohhobatwase 123 最高，M1—48 及台農選 1 號最低，水稻品種則以臺中 189 號最高；在乾旱處理區，陸稻品種（系）以 M1—48 最高，農林糯 4 號次之，水稻品種差異不顯著。平均穗數在正常栽培區陸稻品種（系）以農林糯 4 號之穗數最多，M1—48 最少，水稻品種則以台農 67 號最多，臺中 189 號最低。在乾旱處理區陸稻品種（系）間差異不顯著，水稻品種以台農 67 號最高。一穗粒數在正常栽培區，陸稻品種（系）M1—48 最多，並明顯高於其他品種（系），農林糯 4 號最少，水稻品種則台粳 10 號最多。在乾旱處理區，陸稻品種（系）亦以 M1—48 最多，台農選 2 號次之，水稻品種以台粳 10 號最多，台粳 2 號最少。平均千粒重在兩栽培區，陸稻品種（系）均以 Omachi 及 Kuroca 之千粒重最重，M1—48 最輕，水稻品種均以台粳 2 號最重，台粳 10 號最輕。平均稻穀容重在正常栽培區，陸稻品種（系）以 Kuroca 及台農選 1 號之稻穀容最重，農林糯 4 號最輕，水稻品種則差異不明顯；在乾旱處理下陸稻品種(系)以 Kuroca 及 M1—48 最重，農林糯 4 號最輕，水稻品種則以台農 67 號最重。

四、乾旱處理對調查性狀間相關係數之影響

乾旱處理對各性狀造成之影響幅度大小有差異，而性狀彼此間之關聯性亦產生變化，瞭解彼此互動的目的，希望能從中收集性狀受影響之變化趨勢，以作爲訂定育種策略之參考。表 6 爲第一期作不同生態型調查性狀之相關係數，就參試水稻品種而言，在正常栽培區，產量與調查性狀之相關係數均不顯著，唯株高與穗數、穗長與稻穀容重呈顯著正相關；在乾旱處理區，稔實率與一穗粒數及千粒重、一穗粒數與有效穗數呈顯著正相關，穗長與有效穗數呈極顯著正相關，穗數與穗長、一穗粒數及有效穗數呈顯著負相關。

就陸稻品種（系）而言，在正常栽培區，稻穀實測產量與估計產量、稔實率、穗數及千粒重等性狀呈極顯著正相關，與株高及稻穀容重呈極顯著負相關，株高與稻穀容重呈極顯著正相關，與穗數及千粒重呈極顯著負相關；稔實率與穗數、一穗粒數及千粒重等性狀呈顯著或極顯著正相關；一穗粒數與千粒重呈極顯著正相關，與稻穀容重呈極顯著負相關。在乾旱處理區，實測產量與估計產量及穗數、株高與穗長、穗長與稻穀容重、一穗粒數與稻穀容重呈顯著或極顯著正相關，而稻穀實測產量與穗長及稻穀容重、穗長與穗數及千粒重、穗數與一穗粒數及稻穀容重、一穗粒數與有效穗數呈顯著或極顯著負相關。

表 7 爲第二期作不同生態型調查性狀之相關係數。就水稻品種而言，在正常栽培區，實測產量與估計產量、株高、穗長、稔實率、一穗粒數、千粒重及有效穗數等性狀呈顯著或極顯著正相關，株高與穗長、稔實率、一穗粒數及千粒重等性狀、穗長與稔實率、一穗粒數及千粒重等性狀、稔實率與一穗粒數及千粒重、一穗粒數與有效穗數呈顯著或極顯著正相關，另實測產量與穗數、株高與穗數、穗長與穗數、稔實率與穗數、穗數與一穗粒數、千粒重及有效穗數等性狀呈顯著或極顯著負相關。在乾旱處理區，稔實率與一穗粒數及穗長、株高與穗長、稔實率及一穗粒數等性狀呈顯著或極顯著正相關，一穗粒數與千粒重呈顯著負相關。

就陸稻品種（系）而言，在正常栽培區，實測產量與有效穗數、穗數及有效穗數等性狀、株高與穗長及一穗粒數、穗長與一穗粒數、穗數與有效穗數、千粒重與有效穗數呈顯著或極顯著正相關；株高與穗數、千粒重及有效穗數等性狀、穗長與穗數、千粒重及有效穗數等性狀、稔實率與一穗粒數及稻穀容重、穗數與一穗粒數及稻穀容重、一穗粒數與千粒重及有效穗數呈顯著或極顯著負相關。在乾旱處理區，株高與穗長及一穗粒數、穗長與一穗粒數呈極顯著正相關，而穗長與千粒重、稔實率與千粒重、穗數與稻穀容重以及一穗粒數與千粒重等呈顯著或極顯著負相關。

表 6. 第一期作調查農藝性狀之相關係數表

Table 6. The correlation coefficients of agronomic characteristics in the first crop of 1995

Characters		Measured yield	Plant height	Panicle length	Percent grain−filling	Panicle number	Spikelets / panicle	1000−grain weight	Effective panicle
				Lowland rice					
Estimated yield	CK	0.35							
	Treatment	0.48							
Plant height	CK	0.21							
	Treatment	0.39							
Panicle length	CK	−0.03	0.08						
	Treatment	0.09	0.07						
Percent grain−filling	CK	0.24	0.06	0.48					
	Treatment	0.29	−0.26	0.26					
Panicle number	CK	0.31	0.60*	0.01	−0.17				
	Treatment	0.11	0.34	−0.52*	−0.44				
Spikelets / panicle	CK	0.06	0.05	−0.09	0.31	−0.53			
	Treatment	0.16	0.15	0.48	0.54*	−0.59*			
1000−grain weight	CK	−0.25	−0.46	0.39	0.44	−0.13	−0.28		
	Treatment	0.39	−0.28	−0.10	0.61*	−0.07	−0.22		
Effective panicle	CK	0.21	0.43	0.18	−0.20	0.76	−10.92	−0.19	
	Treatment	−0.38	0.05	0.64**	−0.03	−0.52*	0.58*	−0.61*	
Volume weight	CK	0.28	−0.11	0.55*	0.50	−0.16	0.32	0.18	0.04
	Treatment	0.21	−0.06	0.45	−0.05	−0.02	−0.12	0.07	0.26
				Upland rice					
Estimated yield	CK	0.62**							
	Treatment	0.60**							
Plant height	CK	−0.66**							
	Treatment	−0.12							
Panicle length	CK	−0.26	0.39						
	Treatment	−0.70**	0.50*						
Percent grain−filling	CK	0.55**	−0.71**	−0.29					
	Treatment	0.00	−0.15	−0.19					
Panicle number	CK	0.63**	−0.59**	−0.04	0.53*				
	Treatment	0.72**	−0.13	−0.64**	−0.29				
Spikelets / panicle	CK	−0.08	0.05	0.08	0.52**	0.42			
	Treatment	−0.32	0.12	0.35	0.42	−0.49*			
1000−grain weight	CK	0.82**	−0.85**	−0.22	0.61**	0.78**	−0.18		
	Treatment	0.50*	−0.41	−0.58**	0.16	0.33	−0.41		
Effective panicle	CK	0.08	−0.36	0.00	0.31	0.24	−0.10	0.21	
	Treatment	0.36	−0.19	−0.41	0.01	0.38	−0.43*	0.42	
Volume weight	CK	−0.55**	0.59**	0.18	−0.36	−0.81**	0.37	−0.69**	−0.11
	Treatment	−0.68**	0.07	0.63**	0.00	−0.72**	0.55**	−0.34	−0.20

*and** are significant at 5 % and 1 % levels, respectively.
CK:normal; Treatment: soil water deficit.

表 7. 第二期作調查農藝性狀之相關係數表

Table 7. The correlation coefficients of agronomic characteristics in the second crop of 1995

Characters		Measured yield	Plant height	Panicle length	Percent grain—filling	Panicle number	Spikelets / panicle	1000—grain weight	Effective panicle
					Lowland rice				
Estimated yield	CK	0.87**							
	Treatment	0.66							
Plant height	CK	0.79**							
	Treatment	−0.19							
Panicle length	CK	0.70**	0.76**						
	Treatment	0.22	0.64**						
Percent grain—filling	CK	0.74**	0.86**	0.85**					
	Treatment	0.34	0.63**	0.71**					
Panicle number	CK	−0.76**	−0.86**	−0.80**	−0.92**				
	Treatment	−0.18	−0.25	−0.42	−0.48				
Spikelets / panicle	CK	0.83**	0.83**	0.68**	0.75**	−0.88**			
	Treatment	0.15	0.78**	0.46	0.72**	−0.49			
1000—grain weight	CK	0.54*	0.64**	0.81**	0.76**	−0.69**	0.50		
	Treatment	−0.05	−0.21	0.30	−0.10	0.14	−0.62*		
Effective panicle	CK	0.55*	0.28	0.53*	0.37	−0.52*	0.51*	0.32	
	Treatment	0.23	−0.26	0.06	0.02	−0.06	−0.33	0.42	
Volume weight	CK	0.11	−0.19	−0.27	−0.19	0.30	−0.25	−0.33	−0.32
	Treatment	0.33	0.05	0.22	0.05	0.09	−0.03	0.23	0.42
					Upland rice				
Estimated yield	CK	0.37							
	Treatment	0.42							
Plant height	CK	−0.07							
	Treatment	0.21							
Panicle length	CK	−0.40	0.82**						
	Treatment	0.06	0.72**						
Percent grain—filling	CK	−0.06	−0.37	−0.42					
	Treatment	−0.17	−0.18	0.08					
Panicle number	CK	0.33	−0.46*	−0.72**	0.41				
	Treatment	0.41	0.51	0.08	−0.05				
Spikelets / panicle	CK	−0.31	0.79**	0.94**	−0.49*	−0.60**			
	Treatment	0.18	0.67**	0.83**	0.16	0.08			
1000—grain weight	CK	0.41	−0.55**	−0.66**	0.08	0.14	−0.76**		
	Treatment	0.00	−0.32	−0.49*	−0.62**	−0.18	−0.70**		
Effective panicle	CK	0.49*	−0.53*	−0.70**	0.27	0.47*	−0.67**	0.69**	
	Treatment	0.05	0.11	−0.18	−0.09	0.43	−0.23	0.12	
Volume weight	CK	0.22	0.40	0.40	−0.46*	−0.57**	0.30	0.24	−0.02
	Treatment	−0.13	−0.04	0.45*	0.00	−0.59**	0.33	0.03	−0.39

*and** are significant at 5 % and 1 % levels, respectively.
CK:normal; Treatment:soil water deficit.

討　論

本試驗在實際田區中進行，乾旱處理區於補植後10天，原則上即不再灌水，直至田間土壤乾旱致使植株外觀略呈萎凋狀態時再行灌水，維持湛水狀態過夜後排水。試驗調查之數據非但可提供作爲土壤缺水對水稻稻穀產量及產量構成性狀影響的參考，亦適用於比較陸稻及水稻受田間土壤含水量短缺衝擊之差異。

由試驗結果顯示，臺灣地區兩期作栽培制度下，水田栽培狀態參試品種（系）之稻穀產量明顯高於乾旱處理區，而水稻品種之稻穀產量表現又較陸稻品種（系）佳。但當水分供應短缺時，所有參試品種（系）之株高均降低，株高降低的幅度以參試水稻品種較嚴重，陸稻品種（系）除 M1—48 降低較大外，其他品種（系）降幅不大。同時，稻穀產量亦減少，稻穀產量損失幅度亦以參試水稻品種較大，陸稻品種（系）因期作不同表現有別，在第一期作稻穀減少的幅度大，而第二期作減少幅度較小。雖然參試陸稻品種在水田栽培下之產量潛能不若參試水稻品種，但其受水分缺少的影響較參試水稻品種小，其中台農選1、2號及農林糯4號在兩期作處理間表現較穩定，顯示其對水分多寡之反應較鈍感。農林糯4號爲日本引進之糯稻品種，具有地上與地下部生長皆旺盛、稻桿粗壯及生育期短等特性；台農選1、2號爲本省選拔之早熟性品系，株型佳但穀粒都有芒。雖然水稻品種處理間之變動幅度大，但其中之台農67號在乾旱處理區中之表現爲參試品種（系）中最高，顯示台農67號對栽培水分逆境擁有較強之適應性。雖然參試的水稻品種皆以台農67號爲親本所選育出之推廣品種，然僅在第一作水田栽培下之表現較台農67號爲佳，在乾旱處理區及第二期作均遜於台農67號，此解釋爲何台農67號至今仍爲本省栽培面積最廣的水稻品種。本文據此建議在較佳之陸稻品種尚未選育出來之前，在可能面臨栽培時期遭受乾旱威脅的地區，栽種台農67號較可確保收益。

以產量構成四性狀之乘積來推估稻穀單位面積產量是長期以來被研究人員所引用的方式。在第一期作，以產量構成性狀之乘積對實測稻穀產量進行估算，就參試水稻品種而言不可行，但對陸稻品種（系）可行，而且不因處理不同而有變化。在第二期作，唯正常栽培區之水稻品種能以產量構成性狀對實測產量表現進行估算，陸稻品種（系）及乾旱處理區均不可行，顯示以產量構成性狀對產量進行估算風險性值得注意。乾旱處理明顯的降低參試水稻品種之穗數及一穗粒數及陸稻品種（系）之稔實率及穗數（表4、5），謝[3]指出單位面積穗數主要於最高分蘗期前決定，穗粒數主要決定於最高分蘗期至抽穗前，稔實率及千粒重主要於抽穗後決定；雖然本試驗並未就進入生殖生長前與後進行處理，但就數據顯示，最高分蘗期前之乾旱衝擊對稻穀產量之影響，不論水稻或陸稻皆然，從營養生長進入生殖生長期以後，水、陸稻兩生態型對乾旱敏感時期可能有差異。因此，在第二期作，就不同栽培地區遭受暫時性乾旱時期之不同，應該有相對的因應策略；就栽種制度而言，若於栽種初期面臨乾旱威脅的地區，可採行直播方式，以播種密度彌補穗數減少的缺點，對於減少乾旱造成之損失當有助益。

稻穀容重是決定稻穀等級首要的品質項目，而等級是決定價格高低的依據。所有參試品種（系）之稻穀容重在相同處理下第二期高於第一期作（表4、5），而在乾旱處理區中之稻穀容重皆高於正常栽培區，但千粒重並不呈此趨勢，顯示稻穀容重之增加並非完全由穀粒充實度增加所致，可能是穀粒形狀產生微細改變造成，眞正原因有待進一步探討。在第一期作，陸稻品種（系）之稻穀容重均不如水稻品種，而在第二期作，除農林糯4號外，陸稻品種（系）均勝於水稻品種(系)，其中又以 M1—48 最受矚目。農林糯4號於前篇文章[2]曾將其歸於水稻型，然而其生育旺盛，根系繁茂而粗，耐旱力又遠超乎水稻品種，應將其改歸屬於陸稻型；本省訂定之稻穀等級之容重，相同等級稉型稻均比秈型稻高約 $10gL^{-1}$，而 M1—48 之穀粒長如臺中秈10號，在兩期作之稻穀容重均較參試水稻品種高，雖然其具有產量低、千粒重輕等缺點，但若以其爲育種材料將高容積重的特性導入稉型稻中，也許可大幅提高稉型稻之稻穀容重。

參試日本陸稻品種在本省第一期作水田栽培下，稻穀產量之表現比較於本省參試陸稻品種（系）爲佳，然而在乾旱處理下本省之陸稻品種則較日本品種之表現爲佳，日本品種中唯農林糯 4 號之表現尙佳。同時乾旱處理導致所有參試品種（系）之稻穀生產均大幅減少，而減產的幅度在日本陸稻高於本省之陸稻品系，顯示本省之陸稻對水分逆境的適應能力強於日本之陸稻品種。參試之日本陸稻皆取自國家作物種原庫，這些品種引種進入臺灣已一段相當的時間，在本地繁殖之世代數亦不少，但或因馴化程度不夠，或因在本地皆採行水田式之繁殖方式，導致其抗／耐能力減低，頗値得深入探討。在第二期作水田栽培下本省之陸稻品種（系）之稻穀產量反而優於日本陸稻，但在乾旱處理下稻穀產量及減少幅度兩者差異不明顯。

本省之稻作品種改良從日據時代即有系統而且有規模的進行，因此對日本稻種原的使用及收集不遺餘力，然而由本試驗之資料顯示若欲選育適合本省栽種，且具有良好之耐（抗）旱性的品種，利用本省現有之陸稻種原爲育種親本，不但會獲得良好成效，亦可縮短於育種年限。

引用文獻

1. 朱德民、李成章。1979。水稻抗旱性之研究─(1)水稻脯氨酸之累積及其遺傳性。科學發展月刊 7：167─179.
2. 賴明信、楊純明、郭益全。1995。水稻與陸稻在水田栽培下期作間生長及產量之差異。中華農業研究 44：379─390.
3. 謝順景。1978。臺灣一、二期作稻產量構成要素及其他性狀表現之差異。49─59 頁。謝順景、劉大江編，臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研究會專集。行政院國家委員會出版。
4. Biswas, A. K. and M. A. Choudhuri. 1984. Effect of water stress at different developmental stages of field-grown rice. Biol. Plant 26:263-266.
5. Chang, T. T., G. C. Loresto and O. Tagumpay. 1974. Screening rice germplasm for drought resistance. SABRAOJ. 6:9-16.
6. Chang, T. T., G. C. Loresto, J. C. O' Toole and J. L. Armenta-Soto. 1982.Strategy and methodology of breeding rice for drought prone areas.pp.217-244. In: Drought resistance in crops with emphasis on rice. IRRI,Los Banos, Philippines.
7. Cutler, J. M., K. W. Shahan and P. L. Steponkus. 1980b.Influence of water deficits and osmotic adjustment on leaf elongation in rice. Crop Sci. 20:314-318
8. Dabney, S. M. And B. J. Hoff. 1989. Influence of water management on growth and yield of no-till planted rice. Crop Sci. 29: 746-752.
9. Ekanayake, I. J., P. L. Steponkus and S. K. De Datta. 1990. Sensitivity of pollination to water deficits at anthesis in upland rice. Crop Sci. 30:310-315
10. Fukoshima, M. T., K. Hinta and S. Tsunoda. 1985. Varietal comparison on the responses of photosynthetic rate and leaf water balance at different soil moisture tensions in rice. Japan J. Breed. 35:109-117.
11. Hsiao, T. C. 1973. Plant responses to water stress. Annu. Rev. Plant Physiol. 24:519-570.
12. International Rice Research Institute. 1975. Annual report for 1975.Los Banos, Philippines. 384pp.
13. Mambani, B. and R. Lal. 1983. Response of upland rice varieties to drought stress. I. Relation between root system development and leaf water potential. Plant and Soil 73:59-72.
14. Matsushima, S. 1962. Some experiments on soil water plant relationship in rice. Minist. Agric. Coop. Fed. Malay. Kuala Lumpur Bull.112:1-35.
15. McCauley, G. N., L. R. Hossner and D. M. Nesmith. 1985. Sprinkler irrigation as an energ and water saving approach to rice production and management of rice land pests. Rep. Tr-134. Texas Water Resources Inst.,College Station, TX, USA.
16. Passooura, J. B. 1982. The role of root system characteristics in the drought resistance of crop plants. pp. 71-82. In:Drought Resistance In Crops with Emphasis on Rice. IRRI, Los Banos, Philipines.
17. Singh, T. N., D. Aspinall and L. G. Paleg. 1973. Stress metabolism. I.Nitrogen metabolism and growth in the barley plant during water stress.Aust. J. Biol. Sci. 26:451-456.
18. Westcott, M. P. and K. W. Vines. 1986. Acomparison of sprinkler and flood irrigation for rice. Agron. J.78:637 ─ 640.
19. Yang, C.M. 1994. Response of rice yield in relation to solar radiation and air temperature under soil water deficits. Chinese J. Agromet. 1:27-34.
20. Yoshida, S. and E. De Los Reyes. 1976. Leaf cuticular resistance of rice varieties. Soil Sci. Plant Nutr. 22:95-98.

Production of Lowland and Upland Rice to Soil Water Deficits in Different Crops I. Differences in Growth and Yield[1]

Ming-Hsing Lai, Chwen-Ming Yang and Yih-Chuan Kuo[2]

Summary

Drought, or soil water deficit, is known to affect the growth and yield of crop production including rice. With a special two crops system and an unique climatic condition, however, no research has been conducted to compare differences in growth behavior between lowland and upland rice to limited soil moisture in two crops in Taiwan. This study was carried out to evaluate growth and yield variations within and between two crops among lowland and upland genotypes of rice, selected from Plant Genetic Resources Center of Taiwan, to soil water deficits occurring during the lifespan. It was shown that plant height and grain yield were decreased by water deficits, and generally lowland genotypes were more sensitive than the uplands. In upland rice the decrement was greater in the first than in the second crop, with genotypes Tainung sel.1, Tainung sel.2, and Nohrin Mochi 4 had better yield performance in both crops. In lowland rice Tainung 67 was the best choice planting in drought-prone area. Water deficits were found to affect panicle number and grain number per panicle in lowland rice, while panicle number and percent grain-filling were reduced in upland rice. Grain volume weight was higher in the second than in the first crop at the same treatment but was increased by soil water deficits. Results show that upland genotypes from Taiwan grew and yielded better than those from Japan under water deficits, indicating a superior adaptability to local environment and more suitable for breeding purposes.

Key words： Lowland rice, Upland rice, Soil water deficit, Crop season, Growth, Yield.

---

1. Contribution No.1937 from Agricultural Research Institute.
2. Respectively,Research Assistant, Agronomist and Senior Planter, Department of Agronomy, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：108～124（1998）

綠豆種原外形性狀遺傳歧異之地理分布[1]

陳述[2]　陳成[3]　范明仁[4]　鄒篪生[5]

摘要：本研究之主要目的爲針對一具有全球代表性的綠豆種原，探討其外形性狀遺傳歧異的地理分布模式。本研究共計評估了來自於 8 大地理區域中 50 個國家的 5,363 份種原，所評估之外形性狀包括測度性狀及等級性狀共計 31 個。等級性狀遺傳歧異分析結果顯示，不同地理來源所搜集到的種原，各性狀等級間的分布頻度不同，以南亞區域的種原呈現最高的多型性，其中又以印度種原的多型性最爲豐富；Shannon—Weaver 歧異指數（H'）之估算結果則顯示同一地理來源中的歧異度依性狀之不同而各異，而同一性狀在不同地理來源中的歧異度也不同。測度性狀在各不同地理來源下性狀表現的變域、均值及變異係數（CV）均爲不同，而變方分析結果亦證實各性狀在不同地理區域間之表現確呈極顯著差異。因此顯見分布在各不同地理來源的種原，已因農業環境或人爲選拔等因素的影響而產生了外形性狀遺傳歧異分布不同的現象。另由性狀間相關分析結果顯示，無論測度或等級性狀，性狀彼此之間存有複雜的相關關係。

關鍵詞：綠豆、種原、外形性狀、遺傳歧異、地理分布。

前　言

植物種原具有的多型性與遺傳歧異是作物育種的原動力，而保存種原的主要目的即在於維持這些遺傳歧異以提供作爲育種的遺傳變異來源。由於未來可能的育種需求是無法預知的，因此進行種原保存時也應以維持較寬廣的種原歧異度爲原則。

Vavilov（1949～1950）[22]曾提出物種的原始起源中心（center of origin）就是遺傳歧異中心（center of genetic diversity），其保存著長時期以來所累積的各種突變與人爲馴化的結果，因此在遺傳歧異中心所涵括的地理區域內採集種原，是較有效率的種原收集策略。然而，Harlan 則提出不同看法，認爲重組合之作用大於突變，因此遺傳歧異中心未必就是原始的起源中心[5]；而愈來愈多的種原評估結果[6,9,10,17,18,20]，也顯示並非所有性狀的遺傳歧異模式都遵循著 Vavilov 所提之觀念，學者們發現部分遺傳行爲簡單，具有高度遺傳力之「質」的性狀（qualitative traits）的遺傳歧異模式，的確如 Vavilov 所言係集中於某些地理區域，但遺傳組成較複雜之「數量」性狀（quantitative traits）的遺傳歧異模式則並非如此。因此，只在同一個 Vavilov 歧異中心內加強收集，對於獲取最大量的遺傳變異並不一定有效；另一方面，在環境極端地區所作的收集可能更爲有利[2,23]。爲了達成使種原保存具有較寬廣之種原歧異的目的，除了在所謂的歧異中心內加強收集之外，Brown（1978），Frankel 與 Soule（1981）等學者均提出亦應廣泛地由各不同地理區域與不同環境下搜集種原以因應未來可能的育種與研究需求[7,12]。

綠豆（*Vigna radiata*（L.）Wilczek）屬豆科一年生作物，種子可供食用，含有豐富的蛋白質（24～28％）[3]，尤其是含有高量禾穀類蛋白質中含量較低的離胺酸（lysine），因此可與穀類蛋互相

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1938 號。
2. 本所作物種原室助理暨臺灣大學農藝學研究所博士班研究生。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 臺灣大學農藝系教授。臺北市。
4. 本所作物種原室研究員兼主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
5. 亞洲蔬菜研究發展中心主任。臺灣省　臺南縣　善化鎮。

補償[1]，且相較於其它豆類而言，綠豆種子蛋白質較易被人體消化，大量食用後不會引起漲氣；此外，亦可食用豆芽、加工製成粉絲、粉皮、豆餡糕餅，或爲飼料與綠肥之用[4]。Vavilov（1926）曾提出綠豆係起源於印度[21]，考古化石證據亦已證實在公元 2,200 年前印度即已有綠豆之栽培[14]，而由於綠豆具有上述用途及優點，且屬短期性作物（生育期約 65～100 天)，故可配合不同的耕作制度，因此已被傳播至世界各地，多以小農、副作物之型態被廣爲栽培。目前亞洲係主要產區，栽培國家眾多遍佈全亞洲，栽培面積和生產量均占世界 50％以上，其次爲南美洲與非洲[4]。而爲了加強綠豆之育種，亞蔬中心除了不斷地在綠豆起源地印度加強收集之外，也由上述世界各地的綠豆栽植地區蒐集了許多種原，企圖儘量增加種原庫的遺傳歧異度，於是造就了一個經國際植物遺傳資源研究所（IPGRI）及育種學家們所公認之「具有全球代表性」的綠豆種原收集[8]。

然而，當種原保存變得愈來愈龐大時，卻也相對地模糊了我們對於整個種原保存所具有之遺傳歧異狀況的瞭解程度，因此有必要針對整個種原收集的遺傳歧異程度與歧異結構進行再評估，評估結果一方面可協助育種學家更有效率地篩選出所須的育種材料；另一方面可提供種原管理者更清晰快速的瞭解現有保存中之遺傳歧異結構，及其與地理分佈的關係，以作爲制定後續引種計畫或種原採集計畫之參考；此外，亦可作爲篩選種原以形成種原核心收集（core collection）[11]之參考依據。

本研究之主要目的即爲以一具有全球代表性之綠豆種原收集爲研究對象，嘗試針對外形評估性狀的遺傳歧異程度及結構，及其與地理分布間之關係進行初探，以作爲後續篩選種原以進行種原核心收集研究之參考基礎。

材料與方法

本研究係以亞蔬中心所保存的 5,657 份綠豆種原爲研究對象，其中大部份的種原均有記錄來源國家，僅 294 份種原之來源國不明，而這些來源國不明的種原並未被納入本研究，因此共有 5,363 份種原參與統計分析。本研究並依據各種原之來源國家，參考 National Geographic Atlas of the World（revised sixth edition）之分類，將其區分劃歸於八大地理區域（region）中。而本研究所擬探討之此一全球性的綠豆種原保存，其分布於各地理區域與各來源國家中的種原數目及所占的頻度詳如表 1。

本研究之外形性狀評估調查係於亞蔬中心試驗農場進行（23°07´30″ N，120°17´35″ E，海拔高度 14m），種植時間爲 1984 年春季（3 月上旬）、秋季（8 月下旬）與 1985 年秋季（9 月中旬）。由於綠豆生長易受環境因素的影響，爲了減少季節效應所造成的影響，因此所有被評估的種原以儘量採同時間栽植爲宜，於是 1984 年春季便同時栽植了所有的種原以進行特性調查，另又於 1984 與 1985 年秋季各栽植了 1/2 量之種原，以瞭解部分性狀在秋季的表現[8]。本研究共計調查了 31 個外形性狀，其中 15 個性狀爲直接記錄實測尺度之絕對數値的性狀（以下簡稱爲「測度性狀」），另 16 個性狀則是先畫分等級或類別，調查結果係記錄所屬等級或類別之代碼（以下簡稱爲「等級性狀」）。有關此 31 個外形性狀調查的定義詳述於表 2。

統計分析依以下三個部份進行：

一、等級性狀之遺傳歧異分析

採用 SAS（Statistical Analysis System）軟體中之 FREQ Procedure，依地理來源分別建立種原分布於各性狀等級間之頻度分布表（table of frequency distribution）。並計算 Shannon—Weaver 歧異指數（diversity index; H'）[13,15,16,19]以估計各性狀或各不同地理來源間種原的遺傳歧異程度，其估計方法如下：

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} P_i \log_2 P_i$$

表 1. 分布於各地理來源之綠豆種原數目及所占頻度(%)

Table 1. Number and frequency(%)of mungbean accessions by geographic origin

Code identifiers	Region/Country	Number of accessions	Frequency （%）
A	Southwestern Asia and Middle East	1,199	21.19
1	AFGHANISTAN	281	4.97
2	IRAN	629	11.12
3	IRAQ	4	0.07
4	PAKISTAN	261	4.61
5	TURKEY	24	0.42
C	Southern Asia	2,728	48.22
9	INDIA	2,698	47.69
10	SRILANK	24	0.42
11	BANGLADESH	6	0.11
D	Southeastern Asia and Indochina	762	13.47
7	HONGKONG	20	0.35
8	TAIWAN	47	0.83
12	INDONESIA	76	1.34
13	MALAYSIA	3	0.05
14	PHILIPPINES	340	6.01
15	THAILAND	240	4.24
16	VIETNAM	27	0.48
17	MYANMAR（BURMA）	9	0.16
E	Northern Asia and Northeastern Asia	170	3.01
6	CHINA	24	0.42
18	JAPAN	3	0.05
19	KOREA	139	2.46
20	USSR	4	0.07
G	The Americas and West Indies	182	3.22
21	ARGENTINA	3	0.05
22	BRAZIL	5	0.09
23	ECUADOR	1	0.02
24	GUYANA	1	0.02
25	PERU	4	0.07
26	SURINAM	1	0.02
27	CANADA	2	0.04
28	U.S.A	153	2.70
29	MEXICO	2	0.04
30	GUATEMALA	8	0.14
34	CUBA	1	0.02
35	TRINIDAD	1	0.02
J	Australia and Islands of the Pacific	133	2.35
31	AUSTRALIA	127	2.25
32	FIJI	3	0.05
33	GUAM	3	0.05
M	Africa	77	1.36
36	ETHIOPIA	3	0.05
37	KENYA	10	0.18
38	SOMALIA	1	0.02
39	TANZANIA	1	0.02
40	GHANA	2	0.04
41	NIGERIA	32	0.57
42	SENEGAL	1	0.02
43	CONGO	3	0.05
44	IVORY COAST	10	0.18
45	MADAGASCAR	12	0.21
46	SOUTH AFRICA	2	0.04
O	Northwestern Europe	112	1.98
47	FRANCE	29	0.51
48	DENMARK	2	0.04
49	NETHERLANDS	39	0.69
50	ENGLAND	42	0.74
P	UNKNOWN	294	5.20
Total		5,657	100

表 2. 綠豆種原外形性狀調查之定義

Table 2. Definitions of morphological traits for characterization of mungbean accessions.

Code	Characteristic definition
C1	Hypocotyl color 1=Green 2=Greenish purple 3=Red
C2	Primary leaf length(cm) the average of ten leaves
C3	Primary leaf width(cm) the average of ten leaves
C4	Primary leaf shape[Length(L)/Width(W)] 1=Reniform(L/W<1)2=Orbicular(1<L/W<2)3=Elliptic(2<L/W<3) 4=Lanceolate(L/W>3)
C5	Growth habit 1=Erect 2=Semi—erect 3=Spreading
C6	Lodging 1=None 2=Slight 3=Moderate 4=Severe 5=Very severe
C7	Plant heigth(cm)at flowering in spring the average of ten plants
C8	Plant height(cm)at flowering in fall the average of ten plants
C9	Plant height(cm)at maturation in spring the average of ten plants
C10	Plant height(cm)at maturation in fall the average of ten plants
C12	Color of basal petiole 1=Green 2=Purple 3=Dark purple
C13	Leaf pubescence density 0=None 1=Few 2=Moderate 3=Many
C14	Leaf pubescence length 1=Short 2=Medium
C15	Days to flowering(50% of plants)in spring
C16	Days to flowering(50% of plants)in fall
C17	Raceme position 1=Upper(most above canopy) 2=Intermediate 3=Low(no pod visible above canopy)
C18	Number of flower clusters per plant the average of ten plants
C21	Calyx color 1=Green 2=Greenish purple 3=Purple
C22	Number of pods per plant the average of ten plants
C23	Pod length(cm) the average of ten plants
C24	Pod color at maturity 1=Straw 2=Tan 3=Brown 4=Black 5=Others
C25	Pod pubescence density 1=Few 2=Moderate 3=Many
C26	Pod pubescence color 1=Gray 2=Light brown 3=Brown
C27	Pod pubescence length 1=Short 2=Medium 3=Long
C28	Days to maturation(50% of plants)in spring
C29	Days to maturation(50% of plants)in fall
C30	Seeds per pod in spring the average of ten pods
C31	Seeds per pod in fall the average of ten pods
C32	Seed coat color 1=Green 2=Yellow 3=Brown 4=Black
C33	Luster on seed surface A=Shiny B=Dull
C34	Mottling on seed coat M=Mottled P=Plain

n：性狀等級數

P_i：第 i 個性狀等級下的種原頻度

所得之 H'估值皆除以 $\log_2 n$ 以進行標準化，使 H'值介於 0 到 1 之間。

由於歧異指數之計算係以分布在各性狀等級下的種原頻度爲依據，當歧異指數很低時即表示種原具有極端集中分布於某少數性狀等級的現象，即其性狀表現欠缺遺傳歧異；反之，當歧異指數高時即表示在各不同性狀等級下的種原分布較爲均勻，顯示就總體而言具有較高的遺傳歧異程度。

二、測度性狀之遺傳歧異分析

採用 SAS 軟體中之 SORT Procedure 與 MEANS Procedure，依各地理區域與各來源國家分別計算其測度性狀之極小、極大值與平均值，以描述此綠豆種原保存中各性狀在不同地理分布下之情況；並計算變異係數（coefficient of variation, CV）以比較各測度性狀分布在各不同地理區域與來源國家中的變異程度。繪圖部份係採 SigmaPlot 軟體進行，以期使分析結果更清晰與方便閱讀。另又採用 SAS 軟體之 General Linear Model（GLM）Procedure 進行變方分析以檢定各測度性狀於各不同地理區域與來源國家之分布是否存有顯著差異。

三、性狀間相關分析

測度性狀採用 SAS 軟體中之 CORR Procedure 進行簡單相關分析及其顯著性測驗；等級性狀則採用 FREQ Procedure 中「TABLES／CHISQ」選項進行皮爾森卡方獨立性檢定（Pearson Chi—square test for independence）。

結果與討論

一、等級性狀之地理分布與遺傳歧異分析

表 3 顯示由各不同地理來源所搜集到的種原，各性狀等級間的分布頻度不同，顯見起源於印度的綠豆，經由廣泛的傳播與栽培，目前分布在各不同地理來源的種原，已因農業環境或人爲選拔等因素的影響產生了性狀表現上的分歧現象。以各區域種原所具有的多型性而言，南亞區域（區域代號 C）的種原呈現最多的多型性，在全部 16 個等級性狀下的所有等級中，僅欠缺不具葉片絨毛的種原，而南亞諸國中又以印度種原的多型性爲最多，顯示長久以來雖然綠豆的傳播與栽培已廣佈全世界，但起源地印度仍具有最豐富的種原多型性。多型性次之的區域依序爲東南亞與中南半島（印度支那）區域、西南亞與中東區域、美洲與西印度群島區域、大洋洲、北歐、非洲、北亞與東北亞區域，由此結果顯示了目前在綠豆栽培面積和生產量均占世界 50 %以上的亞洲地區，其所具有的種原多型性大都較世界其它區域爲多；不過値得注意的另一個結果是北亞與東北亞區域諸國（中國大陸、日本、韓國、蘇俄）的種原多型性最低，但這些國家也是長久以來綠豆的重要利用栽培國家，是否由於在這些地區種原搜集的努力不夠（由表 1 種原頻度僅佔 3.01 %），亦或這些地區已經由農業環境或人爲選拔因素等篩選作用造成了種原多型性較低？此點値得再深入探討以及作爲日後擬定後續種原採集與利用計畫的考量因素之一。

Shannon—Weaver 歧異指數（H'）[13,15,16,19]之估算係用以比較各性狀或各不同地理來源之間種原歧異程度大小的差異（表 4）。就各性狀間的遺傳歧異程度而言，由表 4「World」（全球）欄位顯示，此一全球綠豆種原收集中各性狀表現的歧異程度不同，歧異指數範圍爲 0.079～0.999，其中歧異程度最高的性狀爲種皮光澤（C33），其歧異指數爲 0.999，再由表 3 整個世界種原保存的頻度分布發現，油綠（等級 A＝Shiny）與粉綠（等級 B＝Dull）種原約各占 50 %。歧異程度次之的性狀依序爲成熟莢色（C24）、莢絨毛色（C26）、莢絨毛密度（C25）、莢絨毛長（C27）與倒伏性（C6）（表 4），以上這些性狀中種原均勻分布於各性狀等級間的現象爲依序遞減，然於各等級間偏歪的頻度分布現象仍尚緩和（表 3）；而歧異程度再次之的種皮花紋（C34）、胚莖色（C1）、花序位置（C17）、初生

表 3. 各地理來源等級性狀之頻度分布

Table 3. Phenotypic frequency distribution (%) based geographic origin

Origin	Traits	C1			C4				C5			C6					C12			C13				C14		C17		
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	0	1	2	3	1	2	1	2	3
A		4.02	95.17	0.80	—	—	34.05	65.95	85.79	10.99	3.22	38.32	29.91	23.36	5.61	2.80	1.08	98.92	—	—	78.55	17.96	3.49	98.39	1.61	14.29	83.81	1.90
	1	3.03	94.95	2.02	—	—	38.38	61.62	76.77	15.15	8.08	36.59	24.39	29.27	9.76	—	1.01	98.99	—	—	76.77	20.20	3.03	98.99	1.01	17.07	82.93	—
	2	1.85	97.69	0.46	—	—	28.24	71.76	90.28	8.80	0.93	31.03	37.93	24.14	3.45	3.45	0.93	99.07	—	—	78.24	17.59	4.17	98.61	1.39	10.71	89.29	—
	3	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	50.00	50.00	—	—	—	100.00	—	—	50.00	50.00	—	50.00	50.00	—	100.00	—
	4	15.56	84.44	—	—	—	44.44	55.56	86.67	13.33	—	40.00	32.00	20.00	4.00	4.00	2.27	97.73	—	—	86.67	11.11	2.22	97.78	2.22	16.67	83.33	—
	5	9.09	90.91	—	—	—	54.55	45.45	72.73	9.09	18.18	70.00	20.00	—	—	10.00	—	10.00	—	—	72.73	27.27	—	100.00	—	100.00	70.00	20.00
C		22.69	77.11	0.20	—	0.10	49.05	50.85	91.33	7.17	1.49	52.85	20.08	17.97	8.25	0.85	2.12	97.68	0.20	—	66.40	26.02	7.58	97.11	2.89	22.81	75.91	1.28
	9	22.61	77.19	0.20	—	0.10	49.04	50.86	91.35	7.14	1.51	52.99	19.87	18.16	8.33	0.64	1.94	97.86	0.20	—	66.26	26.08	7.65	97.18	2.82	23.01	75.70	1.29
	10	40.00	60.00	—	—	—	80.00	20.00	80.00	20.00	—	50.00	25.00	—	—	25.00	40.00	60.00	—	—	80.00	20.00	—	80.00	20.00	—	100.00	—
	11	20.00	80.00	—	—	—	20.00	80.00	100.00	—	—	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	80.00	20.00	—	100.00	—	—	100.00	—
D		18.27	80.77	0.96	—	0.48	72.60	26.92	92.82	4.78	2.39	72.30	19.59	4.05	4.05	—	9.13	90.38	0.48	—	58.85	25.36	15.79	95.22	4.78	8.84	86.39	4.76
	7	—	100.00	—	—	—	50.00	50.00	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—	—	100.00	—	—	66.67	16.67	16.67	100.00	—	20.00	80.00	—
	8	—	92.31	7.69	—	—	69.23	30.77	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—	—	100.00	—	—	46.15	15.38	38.46	84.62	15.38	—	100.00	—
	12	14.29	85.71	—	—	—	78.57	21.43	92.86	7.14	—	76.92	23.08	—	—	—	—	100.00	—	—	64.29	21.43	14.29	100.00	—	—	92.31	7.69
	13	—	100.00	—	—	—	—	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—
	14	28.57	71.43	—	—	—	80.95	19.05	88.68	6.60	4.72	66.32	24.21	3.16	6.32	—	16.04	83.96	—	—	54.72	28.30	16.98	97.17	2.83	10.64	85.11	4.26
	15	8.20	90.16	1.64	—	1.64	60.66	37.70	98.36	1.64	—	88.00	8.00	4.00	—	—	3.33	95.00	1.67	—	60.66	27.87	11.48	91.80	8.20	8.00	84.00	8.00
	16	33.33	66.67	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	50.00	50.00	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—
	17	—	100.00	—	—	—	—	40.00	80.00	20.00	—	50.00	—	50.00	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—
E		15.91	84.09	—	—	—	77.27	22.23	95.45	—	4.55	66.67	16.67	16.67	—	—	9.09	90.91	—	—	75.00	20.45	4.55	100.00	—	—	100.00	—
	6	—	100.00	—	—	—	100.00	—	50.00	—	50.00	100.00	—	—	—	—	—	100.00	—	—	75.00	—	25.00	100.00	—	—	100.00	—
	18	—	100.00	—	—	—	—	100.00	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	—
	19	19.44	80.56	—	—	—	80.56	19.44	100.00	—	—	75.00	25.00	—	—	—	11.11	88.89	—	—	75.00	22.22	2.78	100.00	—	—	100.00	—
	20	—	100.00	—	—	—	33.33	66.67	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—
G		8.20	91.80	—	—	—	60.66	39.34	72.13	22.95	4.92	62.07	13.79	20.69	3.45	—	3.28	96.72	—	—	70.49	24.59	4.92	98.36	1.64	3.45	93.10	3.45
	21	—	100.00	—	—	—	—	100.00	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—
	22	—	100.00	—	—	—	100.00	—	75.00	25.00	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	33.33	66.67	—
	23	—	100.00	—	—	—	—	100.00	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	—
	25	—	100.00	—	—	—	—	100.00	100.00	—	—	—	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	—
	28	9.80	90.20	—	—	—	60.78	39.22	70.59	23.53	5.88	62.50	12.50	20.83	4.17	—	3.92	96.08	—	—	68.63	25.49	5.88	98.04	1.96	—	95.83	4.17
	30	—	100.00	—	—	—	66.67	33.33	66.67	33.33	—	—	50.00	50.00	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—
J		17.14	74.29	8.57	—	—	85.71	14.29	97.14	2.86	—	64.52	12.90	16.13	6.45	—	2.86	97.14	—	—	77.14	22.86	—	97.14	2.86	—	90.00	10.00
	31	17.65	73.53	8.82	—	—	85.29	14.71	97.06	2.94	—	66.67	13.33	16.67	3.33	—	2.94	97.06	—	—	76.47	23.53	—	97.06	2.94	—	89.66	10.34
	33	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—
M		14.29	85.71	—	—	—	42.86	57.14	85.71	9.52	4.76	71.43	14.29	14.29	—	—	4.76	95.24	—	—	61.90	38.10	—	100.00	—	14.29	85.71	—
	36	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00 0	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—
	37	—	100.00	—	—	—	50.00	50.00	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	50.00	50.00	—	100.00	—	—	—	—
	38	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—
	41	37.50	62.50	—	—	—	37.50	62.50	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—	12.50	87.50	—	—	50.00	50.00	—	100.00	—	—	100.00	—
	43	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	100.00	—	—
	44	—	100.00	—	—	—	33.33	66.67	100.00	—	—	66.67	33.33	—	—	—	—	100.00	—	—	33.33	66.67	—	100.00	—	—	100.00	—
	45	—	100.00	—	—	—	40.00	60.00	60.00	40.00	—	100.00	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—
O		5.00	95.00	—	2.50	—	90.00	7.50	95.00	2.50	2.50	50.50	40.40	—	10.00	—	2.50	97.50	—	2.50	80.00	7.50	10.00	100.00	—	10.00	90.00	—
	47	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	50.00	40.00	—	10.00	—	—	100.00	—	—	66.67	16.67	16.67	100.00	—	10.00	90.00	—
	48	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—
	49	—	95.00	—	—	—	85.00	15.00	95.00	5.00	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—
	50	14.29	85.71	—	14.29	—	85.71	—	85.71	—	14.29	—	—	—	—	—	14.29	85.71	—	14.29	42.86	14.29	28.57	—	—	—	—	—
	World	13.19	85.49	1.32	0.31	0.07	64.07	35.55	89.42	7.60	2.98	59.76	20.93	14.13	4.72	0.46	4.35	95.56	0.09	0.31	71.04	22.86	5.79	98.28	1.72	9.21	88.12	2.67

Table 3. Continued

Origin	Traits	C21			C24					C25			C26			C27			C32				C33		C34	
		1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	A	B	M	P
A		1.61	98.12	0.27	1.87	23.36	47.66	23.36	3.74	0.93	14.95	84.11	—	51.40	48.60	56.07	42.06	1.87	8.75	21.75	1.33	68.18	55.70	44.30	25.82	74.18
	1	1.01	98.99	—	2.44	31.71	43.90	19.51	2.44	—	4.88	95.12	—	43.90	56.10	65.85	34.15	—	13.13	17.17	2.02	67.68	62.63	37.37	5.62	94.38
	2	1.85	98.15	—	—	27.59	58.62	13.79	—	3.45	6.90	89.66	—	55.17	44.83	55.17	41.38	3.45	7.29	26.82	0.45	65.46	52.27	47.73	17.66	82.34
	3	—	100.00	—	—	—	50.00	50.00	—	—	50.00	50.00	—	50.00	50.00	50.00	50.00	—	50.00	—	—	50.00	—	100.00	—	100.00
	4	2.27	97.73	—	4.00	12.00	44.00	36.00	4.00	—	24.00	76.00	—	52.00	48.00	60.00	40.00	—	4.44	13.33	4.44	77.77	57.78	42.22	2.36	97.64
	5	—	90.91	9.09	—	10.00	40.00	30.00	20.00	—	50.00	50.00	—	70.00	30.00	10.00	80.00	10.00	9.09	—	—	90.91	63.64	36.36	0.18	99.72
C		4.98	93.53	1.49	0.21	5.71	52.01	36.79	5.29	4.67	26.33	69.00	4.03	57.11	38.85	46.71	51.80	1.49	10.64	8.39	3.22	77.76	51.61	48.39	56.43	43.57
	9	4.92	93.57	1.51	0.21	5.77	52.14	36.75	5.13	4.50	26.34	69.16	4.07	56.96	38.97	46.47	52.03	1.50	10.74	8.38	3.06	77.83	51.72	48.28	55.98	44.02
	10	25.00	75.00	—	—	—	25.00	50.00	25.00	33.33	33.33	33.33	—	100.00	—	66.67	33.33	—	—	—	20.00	80.00	60.00	40.00	0.09	99.91
	11	—	100.00	—	—	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	100.00	—	—	—	20.00	20.00	60.00	20.00	80.00	0.36	99.64
D		10.19	89.81	—	13.51	3.38	22.97	43.24	16.89	13.89	33.33	52.78	3.47	51.39	45.14	47.22	49.31	3.47	1.90	3.33	11.90	82.86	59.52	40.48	6.34	93.66
	7	—	100.00	—	40.00	20.00	20.00	—	20.00	20.00	80.00	—	—	20.00	80.00	80.00	20.00	—	—	—	—	100.00	83.33	16.67	0.18	99.82
	8	7.69	92.31	—	—	—	—	33.33	66.67	—	100.00	—	16.67	66.67	16.67	16.67	83.33	—	7.69	7.69	—	84.62	38.46	61.54	0.63	99.37
	12	—	100.00	—	7.69	—	7.69	76.92	7.69	—	16.67	83.33	—	33.33	66.67	50.00	50.00	—	—	14.29	—	85.71	14.29	85.71	0.18	99.82
	13	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
	14	17.92	82.08	—	7.37	4.21	28.42	45.26	14.74	15.22	28.26	56.52	4.35	56.52	39.13	36.96	58.70	4.35	—	3.74	18.69	77.57	64.49	35.51	1.36	98.64
	15	1.67	98.33	—	40.00	—	12.00	28.00	20.00	20.00	40.00	40.00	—	48.00	52.00	76.00	20.00	4.00	4.92	—	6.56	88.52	69.93	36.07	3.53	96.47
	16	—	100.00	—	—	—	50.00	50.00	—	—	—	100.00	—	50.00	50.00	100.00	—	—	—	—	—	100.00	33.33	66.67	0.09	99.91
	17	—	100.00	—	—	—	50.00	50.00	—	—	—	100.00	—	—	100.00	100.00	—	—	—	—	20.00	80.00	60.00	40.00	0.27	99.73
E		13.64	86.36	—	16.67	16.67	—	66.67	—	—	66.67	33.33	—	83.33	16.67	33.33	66.67	—	—	11.36	—	88.64	20.45	79.55	3.44	96.56
	6	—	100.00	—	100.00	—	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	100.00	—	—	—	25.00	—	75.00	25.00	75.00	0.27	99.73
	18	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
	19	16.67	83.33	—	—	—	—	100.00	—	—	50.00	50.00	—	75.00	25.00	25.00	75.00	—	—	8.33	—	91.67	13.89	86.11	2.90	97.10
	20	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	100.00	—	—	33.33	—	66.67	66.67	33.33	0.18	99.82
G		4.92	95.08	—	3.45	27.59	20.69	37.93	10.34	3.45	20.69	75.86	3.45	48.28	48.28	58.62	41.38	—	1.64	11.48	1.64	85.25	54.10	45.90	2.99	97.01
	21	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
	22	—	100.00	—	—	33.33	33.33	—	33.33	—	66.67	33.33	—	100.00	—	66.67	33.33	—	25.00	—	25.00	50.00	50.00	50.00	0.09	99.91
	23	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
	25	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	100.00	0.09	99.91
	28	5.88	94.12	—	4.17	25.00	20.83	41.67	8.33	4.17	12.50	83.33	4.17	41.67	54.17	62.50	37.50	—	—	13.73	—	86.27	52.94	47.06	2.54	97.46
	30	—	100.00	—	—	50.00	—	50.00	—	—	50.00	50.00	—	50.00	50.00	—	100.00	—	—	—	—	100.00	66.67	33.33	0.09	99.91
J		15.63	84.37	—	—	6.45	12.90	67.74	12.90	3.33	23.33	73.33	3.33	53.33	43.33	66.67	30.00	3.33	2.86	5.71	11.43	80.00	54.29	45.71	0.63	99.37
	31	16.13	83.87	—	—	6.67	13.33	66.67	13.33	3.45	24.14	72.41	3.45	51.72	44.83	68.97	27.59	3.45	2.94	5.88	11.76	79.41	52.94	47.06	0.54	99.46
	33	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
M		—	100.00	—	—	—	42.86	42.86	14.29	14.29	—	85.71	14.29	57.14	28.57	28.57	71.43	—	4.55	—	9.09	86.36	59.09	40.91	1.54	98.46
	36	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
	37	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	—	100.00	0.18	99.82
	38	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
	41	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	—	100.00	—	—	100.00	100.00	—	—	—	—	25.00	75.00	75.00	25.00	0.72	99.28
	43	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	—	100.00	—	—	—	—	100.00	—	100.00	—	100.00
	44	—	100.00	—	—	—	66.67	—	33.33	33.33	—	66.67	33.33	33.33	33.33	—	100.00	—	—	—	—	100.00	33.33	66.67	0.09	99.91
	45	—	100.00	—	—	—	50.00	50.00	—	—	—	100.00	—	100.00	—	50.00	50.00	—	20.00	—	—	80.00	60.00	40.00	0.27	99.73
	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
O		10.00	90.00	—	10.00	—	—	70.00	20.00	—	30.00	70.00	10.00	20.00	70.00	90.00	10.00	—	12.20	14.63	—	73.17	58.54	41.46	2.81	97.19
	47	8.33	91.67	—	10.00	—	—	70.00	20.00	—	30.00	70.00	10.00	20.00	70.00	90.00	10.00	—	—	8.33	—	91.67	41.67	58.83	0.18	99.72
	48	—	100.00	—	—	—	—	—	—	—	30.00	70.00	10.00	20.00	70.00	90.00	10.00	—	—	—	—	100.00	100.00	—	0.09	99.91
	49	10.00	90.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23.81	23.81	—	52.38	61.90	38.10	1.90	98.10
	50	14.29	85.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.00	71.43	28.57	0.63	99.37
	World	7.62	92.16	0.22	5.71	10.40	24.89	48.57	10.43	5.07	26.91	68.02	4.82	52.75	42.43	53.40	45.33	1.27	5.32	9.58	4.83	80.27	51.66	48.34	12.50	87.50

表 4. 各地理來源等級性狀之 Shannon—Weaver 歧異指數（H'）

Table 4. Estimates of the Shannon—Weaver diversity index（H'）by geographic origin.

Origin \ Traits	C1	C4	C5	C6	C12	C13	C14	C17	C21	C24	C25	C26	C27	C32	C33	C34
A	0.196	0.463	0.441	0.826	0.054	0.444	0.075	0.456	0.092	0.764	0.431	0.631	0.695	0.623	0.991	0.824
1	0.213	0.480	0.630	0.807	0.051	0.456	0.051	0.416	0.051	0.762	0.177	0.624	0.584	0.658	0.953	0.312
2	0.111	0.429	0.318	0.812	0.048	0.455	0.067	0.310	0.084	0.585	0.363	0.626	0.737	0.610	0.999	0.673
3	0	0	0	0.431	0	0.500	0.631	0	0	0.431	0.631	0.631	0.631	0.500	0	0
4	0.394	0.496	0.357	0.814	0.099	0.327	0.097	0.410	0.099	0.771	0.502	0.630	0.613	0.534	0.982	0.161
5	0.277	0.497	0.691	0.498	0	0.423	0	0.730	0.277	0.795	0.631	0.556	0.582	0.220	0.946	0.020
C	0.500	0.505	0.304	0.754	0.107	0.590	0.119	0.548	0.250	0.646	0.683	0.743	0.691	0.543	0.999	0.988
9	0.499	0.505	0.304	0.750	0.100	0.591	0.117	0.551	0.249	0.645	0.679	0.745	0.691	0.540	0.999	0.990
10	0.613	0.361	0.455	0.646	0.613	0.361	0.455	0	0.512	0.646	1	0	0.579	0.361	0.971	0.010
11	0.455	0.361	0	0	0	0.361	0	0	0	0	0	0	0	0.685	0.722	0.034
D	0.480	0.441	0.276	0.506	0.305	0.686	0.175	0.442	0.300	0.861	0.890	0.744	0.746	0.431	0.974	0.341
7	0	0.500	0	0	0	0.626	0	0.455	0	0.828	0.455	0.455	0.455	0	0.650	0.019
8	0.247	0.445	0	0	0	0.730	0.391	0	0.247	0.395	0	0.790	0.410	0.387	0.961	0.055
12	0.373	0.375	0.234	0.336	0	0.644	0	0.247	0	0.493	0.410	0.579	0.631	0.296	0.592	0.019
13	0	—	0	—	0	0	0	—	0	—	—	—	—	0	0	0.010
14	0.545	0.351	0.391	0.559	0.401	0.713	0.117	0.464	0.428	0.823	0.879	0.752	0.744	0.457	0.939	0.104
15	0.333	0.533	0.076	0.275	0.210	0.655	0.258	0.501	0.077	0.807	0.960	0.630	0.600	0.314	0.891	0.220
16	0.579	0	0	0.431	0	0	0	0	0	0.431	0	0.631	0	0	0.918	0.010
17	0	0.485	0.455	0.431	0	0	0	0	0	0.431	0	0	0	0.361	0.971	0.027
E	0.399	0.385	0.168	0.539	0.277	0.491	0	0	0.363	0.539	0.579	0.410	0.579	0.255	0.731	0.216
6	0	0	0.631	0	0	0.406	0	0	0	0	0	0	0	0.406	0.811	0.027
18	0	0	0	—	0	0	0	—	0	—	—	—	—	0	0	0.010
19	0.448	0.355	0	0.349	0.318	0.469	0	0	0.410	0	0.631	0.512	0.512	0.207	0.581	0.189
20	0	0.459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.459	0.918	0.019
G	0.258	0.483	0.657	0.628	0.131	0.534	0.076	0.272	0.179	0.870	0.593	0.746	0.617	0.375	0.995	0.194
21	0	0	0	—	0	0	0	—	0	—	—	—	—	0	0	0.010
22	0	0	0.512	0	—	0	0	0.579	0	0.683	0.579	0	0.579	0.750	1	0.010
23	0	0	0	—	0	0	0	—	0	—	—	—	—	0	0	0.010
25	0	0	0	0	0	0	0	—	0	—	—	—	—	0	0	0.010
28	0.292	0.483	0.685	0.629	0.151	0.558	0.088	0.158	0.204	0.856	0.496	0.755	0.602	0.289	0.998	0.171
30	0	0.459	0.579	0.431	0	0	0	0	0	0.431	0.631	0.631	0	0	0.918	0.010
J	0.668	0.296	0.118	0.633	0.118	0.388	0.118	0.296	0.395	0.602	0.619	0.738	0.678	0.499	0.995	0.055
31	0.679	0.301	0.121	0.591	0.121	0.394	0.121	0.303	0.402	0.614	0.631	0.744	0.662	0.509	0.998	0.048
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.010
M	0.373	0.493	0.456	0.495	0.174	0.479	0	0.373	0	0.624	0.373	0.870	0.545	0.350	0.976	0.115
36	0	0	0	—	0	0	0	—	0	—	—	—	—	0	0	0.010
37	0	0.500	0	—	0	0.500	0	—	0	—	—	—	—	0	0	0.019
38	0	0	0	—	0	0	0	—	0	—	—	—	—	0	0	0.010
41	0.602	0.477	0	0	0.343	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0.406	0.811	0.062
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0.459	0	0.395	0	0.459	0	0	0	0.395	0.579	1	0	0	0.918	0.010
45	0	0.485	0.613	0	0	0	0	0	0	0.431	0	0	0.631	0.361	0.971	0.027
46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0.010
O	0.181	0.275	0.212	0.585	0.106	0.502	0	0.296	0.296	0.498	0.556	0.730	0.296	0.553	0.979	0.185
47	0	0	0	0.586	0	0.626	0	0.296	0.261	0.498	0.556	0.730	0.296	0.207	0.977	0.020
48	0	0	0	—	0	0	0	—	0	—	0.556	0.730	0.296	0	0	0.010
49	0.181	0.305	0.181	—	0	0	0	—	0.296	—	—	—	—	0.737	0.959	0.136
50	0.373	0.296	0.373	—	0.373	0.921	—	—	0.373	—	—	—	—	0	0.863	0.055
World	0.417	0.278	0.186	0.671	0.169	0.132	0.079	0.390	0.259	0.827	0.698	0.771	0.682	0.240	0.999	0.544

葉形（C4）、花萼色（C21）、種皮色（C32）、生長習性（C5）、葉柄基色（C12）、葉片絨毛密度（C13）、葉片絨毛長（C14）等性狀（表 4）則開始出現種原分布集中於某 1—2 個等級的現象（表 3）；歧異指數愈低則極端集中分布的現象愈顯著，最顯著的是葉片絨毛長這個性狀，有 98.28 %的種原集中在「短毛」這個性狀等級中（表 3）。

此外，由表 4 亦發現同一性狀在各不同地理來源區域或國家中的歧異程度不同，而同一地理來源中的歧異狀況也隨著性狀之不同而有異；至於歧異分布的頻度結構則詳如表 3。

因此，綜合表 3 與表 4 的統計分析，我們可以清楚地瞭解某一性狀或某一地理來源中的歧異程度及其歧異分布的結構，有關這樣洞悉種原地理分布與遺傳歧異的資訊分析結果是以往諸多有關綠豆種原收集的研究報告中[8,13,19,21,23,25,26]所未見的。以往探討綠豆種原收集之報告係多就自身單位或國家所保存的綠豆種原為研究對象，針對各性狀之頻度分布進行敘述統計，主要目的僅在於提供育種家選擇育種材料之參考，並未就種原之地理分布與遺傳歧異度進行詳盡的分析探討；而本報告所選擇的研究對象係一具有全球代表性之種原收集，相較於以往報告所針對的種原收集範圍而言，預期本研究報告所得之資訊分析結果將更有助於綠豆育種家選擇材料及作為制定未來種原收集策略的重要參考依據，至於針對種原遺傳歧異之地理分布的初探結果，更是後續一系列進行綠豆種原核心收集研究的重要基礎。

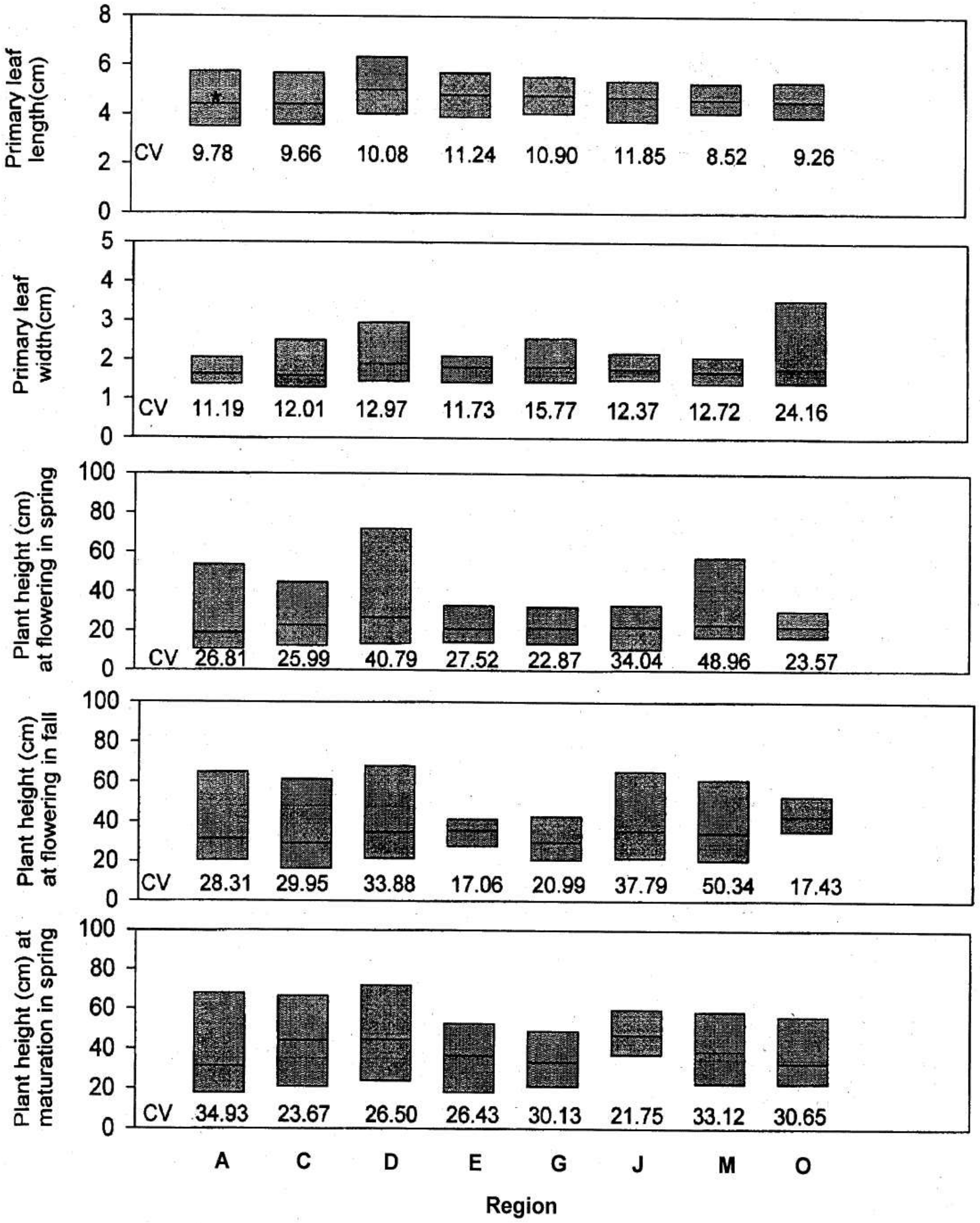
二、測度性狀之地理分布與遺傳歧異分析

由表 5 針對 15 個測度性狀進行變方分析的結果顯示，各性狀在不同地理來源區域（regions）的表現呈顯著差異，而來自於同一區域內各不同國家（countries within a region）的種原，其性狀表現也呈現顯著差異，顯見隨著綠豆長久以來的廣為傳播與栽培，在測度性狀部份也如前述等級性狀一般，已因農業環境或人為選種等因素的影響，在不同的地理來源間產生了外形上的歧異現象。然而，由於國家是屬於人為的分界，並非自然環境下的地理分布現象，又本研究中各種原並未具有原始完整的採集地位置（locations）記錄，因此以下將僅就各來源區域間遺傳歧異之地理分布作探討。而各種原於不同來源區域中性狀表現的變域（由極小值至極大值），所有該區域內種原表現的性狀平均值，以及區域內各種原性狀表現的變異係數（CV）詳如圖 1。

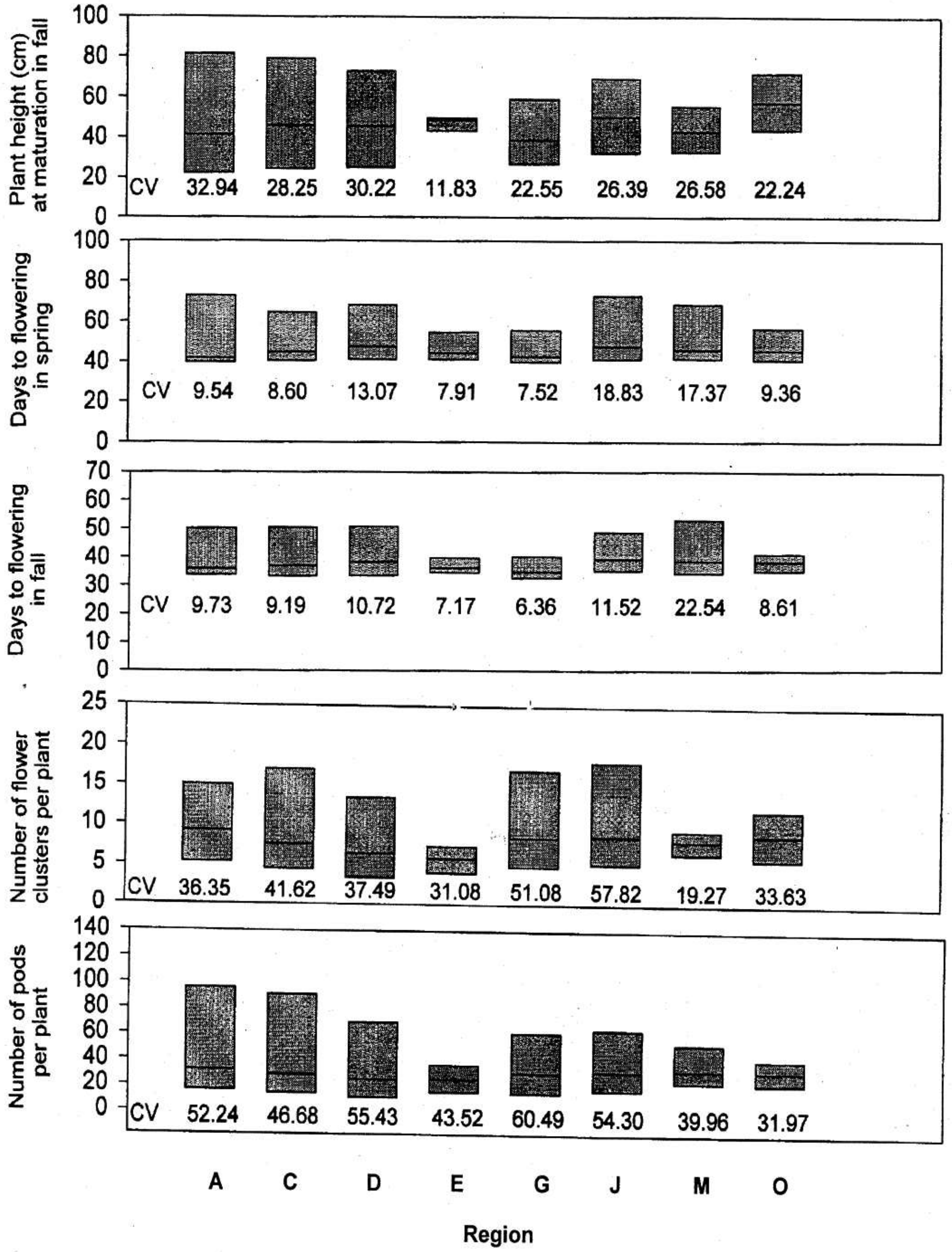
首先就各性狀於不同來源區域中性狀表現的變域與均值而言，圖 1 顯示同一性狀在各不同地理來源的表現不同。若只針對南亞區域（區域代號 C）的種原觀之，結果顯示除了莢長度、成熟日數（春作）、成熟日數（秋作）這三個性狀之外，南亞區域的種原在其它性狀上的表現並未能完全地涵括到最寬廣的性狀表現變域，也就是說有許多具有極端表現的種原出現在世界其它區域中，因此顯見只在同一個 Vavilov 所謂的綠豆歧異中心內加強搜集種原對於獲取最寬廣的種原歧異並不一定有效，因此建議以後應廣泛地由各不同地理區域或不同環境下進行種原之收集，以儘可能地拓寬種原歧異的範圍。此外，藉由圖 1 的資訊，育種學家可瞭解該種原保存中各性狀表現的範圍及其地理分布狀況，可提供作為選取所須之育種材料，以及規劃後續引種或種原收集計畫之參考依據。再就種原的變異程度而言，經由變異係數之比較得知，同一性狀在各不同地理來源區域的變異程度不同，而各不同地理來源區域彼此間變異程度的排名趨勢也隨評估性狀之不同而各異。

以往有關綠豆種原收集的研究報告[8,13,19,21,23,25,26]，在測度性狀部份係多針對整個種原收集或依不同的種原來源國家進行性狀變域、平均值與變異係數的種原敘述統計，然本文前已述及由於國家是屬於人為的分界，並非自然環境下的地理分布現象，因此本研究以一具有全球代表性的綠豆種原收集為研究對象，針對各不同的地理來源，探討種原外形性狀遺傳歧異之地理分布，這是本文相較於過去有關綠豆種原收集之研究報告而言有較不同的特色，主要目的在於可提供作為規劃後續引種或種原收集計畫之參考依據，而就種原管理而言，此研究結果更是作為後續形成種原核心收集之研究基礎。

此外，由於綠豆的生長易受環境因素的影響，為了瞭解季節效應所造成的影響，亞蔬中心的資料庫中，特別針對了開花株高、成熟株高、開花日數、成熟日數及每莢粒數這 5 個性狀分別進行了春作



(Continued on next page)



(Continued on next page)

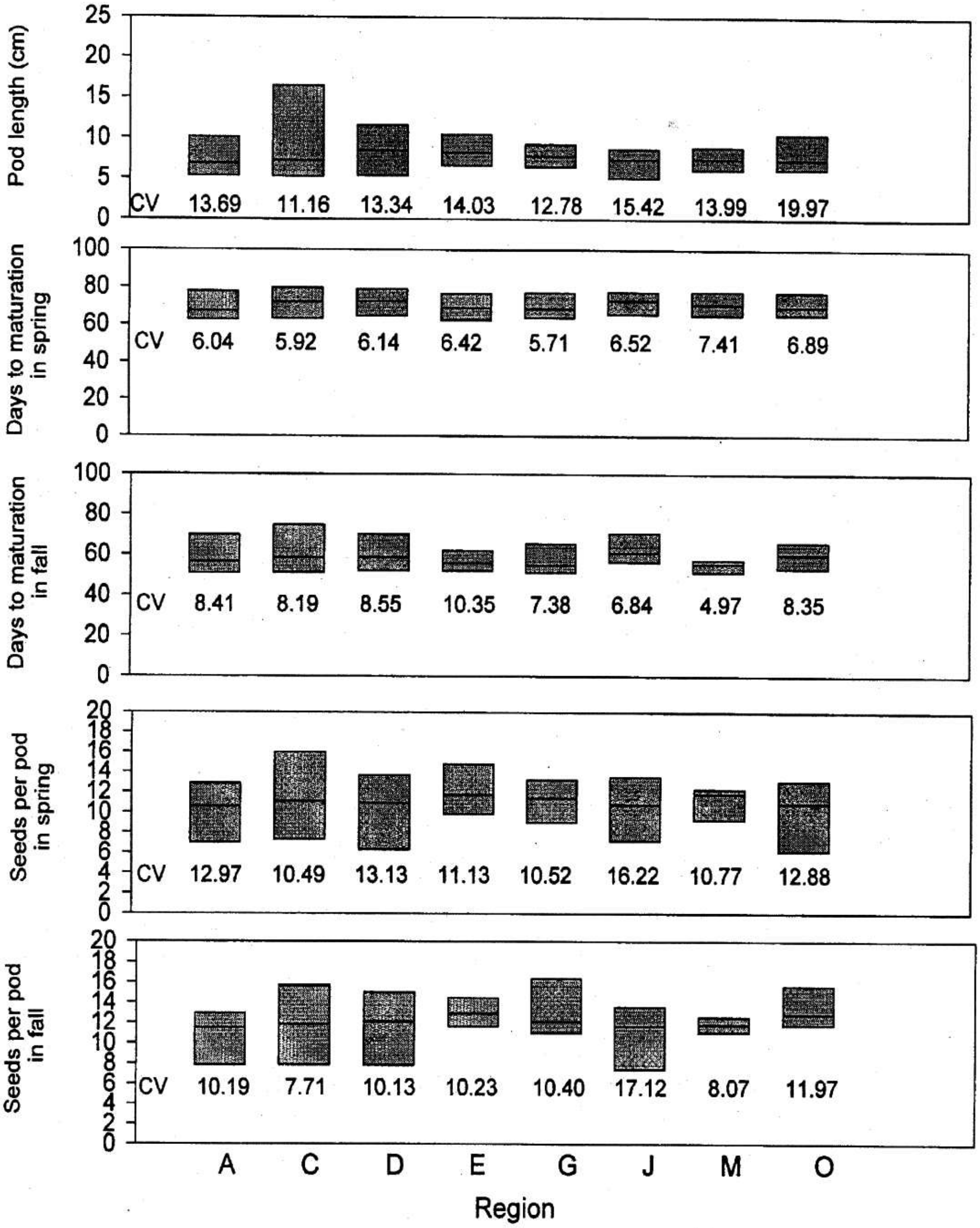


圖 1. 各不同地理來源測度性狀之變域、平均值與變異係數(CV)

Fig. 1. The ranges, means and coefficient of variation (CV)of numerical traits based on geographic origin.
*The means

與秋作的調查紀錄。而經由圖 1 的研究結果的確發現同一批種原栽植於春作與秋作時的變異程度不同，以期作間之比較發現，一般而言每莢粒數、開花日數與成熟株高這 3 個性狀於春作時的 CV 值較高，而成熟日數則以秋作 CV 值較高，顯示被評估種原具有基因型與環境（期作）交感效應之存在；而不同來源區域的種原在春作與秋作的變異表現不同，且依性狀之不同而情況各異，推測此不但與種原地理來源所在的緯度有關，與種原所在的海拔高度及當地的栽培環境亦有關，然由於欠缺原始完整的採集地位置記錄，無法再作更詳細的討論。不過就種原的利用而言，由於綠豆屬短日照（光期）植物，對光期與溫度相當敏感，因此本研究結果可提供育種家參考，日後倘針對這幾個性狀進行育種改良計畫時，在選取育種材料時應再針對本省的栽培環境與耕作制度，就種原的適應性及變異性作更進一步地詳細評估，爲增加綠豆在不同環境的適應性，建議應選取在期作間表現較爲鈍感的種原爲宜。

三、性狀間相關分析

測度性狀間之簡單相關係數及其顯著性測驗結果如表 6，而等級性狀間皮爾森卡方獨立性檢定結果如表 7，結果顯示無論測度性狀或等級性狀，許多性狀彼此間存在著相當複雜的相關關係。此外，性狀間相關係數值很小，但顯著性測驗結果卻呈現顯著（$P < 0.05$）或極顯著（$P < 0.01$），這是由於參試樣品之自由度較大所致。

因此，倘若我們想要將全部 31 個性狀合併考量，企圖描繪出整個種原收集的遺傳歧異程度與結構，以進行後續種原核心收集的取樣研究工作時，由於性狀間存有複雜的相關關係，將使得取樣策略面臨挑戰，因此筆者認爲表 6 與表 7 性狀間相關性的分析結果所昭示的另一層非常重要的參考意義爲：在未來嘗試合併所有被調查的多個性狀企圖重建整個種原保存的遺傳歧異結構時，由於性狀間存在著複雜的相關關係，因此應考慮利用多變數統計分析方法中之「主成分分析」（Principal Component Analysis），找出幾個彼此互相「獨立」且又能儘量反映出原來多個變數中訊息量的「綜合指標」(主成分)，以簡化各觀測性狀數據間彼此依存的複雜關係。

誌　謝

本文稿承中研院植物所研究員暨臺大農藝系教授鄔宏潘老師詳加斧正，並承亞蔬中心黃永光先生協助收集相關性狀調查資料，謹此致謝。

引用文獻

1. 陳好款。1985。綠豆與黑豆種間與種內雜交之遺傳研究。國立臺灣大學農藝學研究所碩士論文。
2. 張德慈。1997。植物遺傳資源－未來植物生產的關鍵。臺灣省農業試驗所編印。臺中縣霧峰鄉。
3. 蔡文福。1988。紅豆、綠豆、花豆及蠶豆之生產研究。科學農業 36：173—179。
4. 蔡承良、黃慧穗。1994。綠豆。雜糧作物各論Ⅱ.油料類及豆類。1227—1266 頁。臺灣區雜糧發展基金會編印。
5. 盧守耕。1976。作物育種學導論。國立臺灣大學農學院編印。
6. Bogyo, T. P., E. Porceddu, and P. Perrino. 1980. Analyses of sampling strategies for the collection of genetic material. Econ. Bot. 34：160—174.
7. Brown, A. H. D. 1978. Isozymes, plant population genetic structure and genetic conservation. Theor. Appl. Genet.52：145—157.
8. David, C. S. T., Y. K. Huang, and Y. L. Chen. 1989. Germplasm catalog f mungbean [Vigna radiata（L.）Wilczek] and other Vigna species. AVRDC. Press, Tainan.
9. Doebley, J., J. D. Wendel, J. S. C. Smith, C.W. Stuber, and N. M.Goodman. 1988. The origin of cornbelt maize: the isozyme evidence. Econ. Bot. 42：120—131.
10. Erskine, W., Y. Adham, and L. Holly. 1989. Geographic distribution of variation in quantitative traits in a world lentil collection. Euphytica 43：97—103.
11. Frankel, O. H. 1984. Genetic perspective of germplasm conservation. pp. 161—170. In: W. K. Arber, K. Limensee, W. J. Peacock, and P. Stalinger（eds.）Genetic manipulation:impact on man and society. Cambridge University Press, Cambridge.

表 5. 測度性狀之變方分析

Table 5. Analyses of variance for numerical traits.

Source of variation	DF	Mean Squares														
		C2	C3	C7	C8	C9	C10	C15	C16	C18	C22	C23	C28	C29	C30	C31
Regions	7	15.2**	4.27**	1,830**	1,438**	7,465**	1,379**	1,140**	177**	139**	2,207**	83**	769**	332**	10.6**	8.0**
Countries within regions	30	0.44**	0.10**	314**	344**	557**	567**	177**	78**	20**	490**	3**	70**	119**	3.2**	2.5**

** Significant at p=0.01

表 6. 15 個測度性狀之相關係數及其顯著性測驗

Table 6. Correlation coefficient and its significant test among 15 numerical traits.

Traits	C3	C7	C8	C9	C10	C15	C16	C18	C22	C23	C28	C29	C30	C31
C2	0.792**	0.152**	0.056*	0.077**	− 0.071**	0.021	− 0.023	− 0.246**	− 0.196**	0.482**	− 0.082**	− 0.104**	0.051*	0.060*
C3		0.127**	0.063*	− 0.016	− 0.111**	0.040*	− 0.040	− 0.248**	− 0.209**	0.506**	− 0.113**	− 0.144**	0.019	0.043
C7			0.399**	0.540**	0.352**	0.608**	0.458**	− 0.074**	− 0.068**	0.246**	0.319**	0.373**	0.126**	0.214**
C8				0.295**	0.703**	0.405**	0.535**	0.225**	0.207**	0.218**	0.251**	0.403**	0.137**	0.282**
C9					0.516**	0.452**	0.439**	− 0.086**	0.014	0.202**	0.603**	0.533**	0.206**	0.208**
C10						0.383**	0.525**	0.221**	0.244**	0.052**	0.410**	0.643**	0.118**	0.318**
C15							0.597**	− 0.032	0.032	0.214**	0.607**	0.519**	0.064**	0.171**
C16								0.084**	0.022	0.099**	0.521**	0.770**	0.077**	0.191**
C18									0.579**	− 0.271**	0.083**	0.159**	− 0.023	− 0.111**
C22										− 0.223**	0.106**	0.117**	− 0.009	− 0.033
C23											0.123**	− 0.017	0.398**	0.368**
C28												0.549**	0.086**	0.098**
C29													0.007	0.176**
C30														0.308**

*,** Significant from 0 at p=0.05 and p=0.01, respectively

表 7. 16 個等級性狀間之相關係數及皮爾森卡方獨立性檢定結果

Table 7. Correlation coefficient and the Pearson Chi-square test for independence among 16 coded traits.

Traits	C4	C5	C6	C12	C13	C14	C17	C21	C24	C25	C26	C27	C32	C33	C34
C1	0.049	0.078**	0.122**	0.342**	0.074*	0.096**	0.537**	0.443**	0.094	0.071	0.070	0.422**	0.337**	0.140**	0.270**
C4		0.124**	0.083	0.306**	0.583**	0.578**	0.131**	0.115**	0.181**	0.092*	0.027	0.039	0.177**	0.140**	0.318**
C5			0.062	0.203**	0.176**	0.142**	0.121**	0.168**	0.135**	0.096**	0.039	0.117**	0.092	0.165**	0.225**
C6				0.094	0.114**	0.042	0.366**	0.068	0.177**	0.107*	0.078	0.115**	0.194**	0.112	0.141
C12					0.152**	0.106**	0.056	0.558**	0.129**	0.164**	0.037	0.099**	0.161**	0.091	0.131
C13						1.019**	0.044	0.151**	0.090	0.094**	0.225**	0.340**	0.133*	0.175**	0.163*
C14							0.031	0.090**	0.109**	0.108**	0.045	0.056	0.056	0.171**	0.098
C17								0.190**	0.172**	0.095**	0.044	0.260**	0.234**	0.081	0.074
C21									0.090	0.088*	0.067	0.163**	0.126**	0.093	0.125
C24										0.427**	0.307**	0.172**	0.186**	0.204**	0.243
C25											0.371**	0.110**	0.083	0.090	0.102
C26												0.446**	0.127	0.075	0.201
C27													0.240**	0.119	0.410**
C32														0.274**	0.777**
C30															2.162**

*,** Significant from 0 at P=0.05 and P=0.01, respectively.

12. Frankel, O. H., and M. E. Soule. 1981. Conservation and evolution. Cambridge University Press, New York.
13. He, X., T. He, Y. Xiong, and C. Jiao. 1998. Research and use of mungbean germplasm resources in Hubei, China. In:Mungbean , Proceedings of the Second International Symposium.AVRDC & IDRC Press, Taipei.
14. Holcomb, J., D. M. Tolbert, and S. K. Jain. 1977. A diversity analysis of genetic resources in rice. Euphytica 26：441—450.
15. Jain, H. K. and K. L. Mehra.1980. Evaluation, adaptation,relationship and cases of the species of Vigna cultivation in Asia. pp. 459—468. In: R. J. Summerfield and A. H.Bunting（eds.）Advances in Legume Science. Royal Botanical Garden, Kew.
16. Jain, S. K.,C. O. Qualset, G. M. Bhatt, and K. K. Wu. 1975.Geographical patterns of phenotypic diversity in a world collection of durum wheat. Crop Sci. 15：700—704.
17. Jain, S. K., and K. K. Wu. 1977. A note on germplasm diversity in the world collections of safflower. Econ. Bot. 31：72—75.
18. Negassa, M. 1985. Patterns of phenotypic diversity in an Ethiopian collection, and the Arussi—Dale Highland as a center of origin of barley. Hereditas 102：139—150.
19. Paroda, R. S., and T. A. Thomas. 1988. Genetic resources of mungbean（Vigna radiata（L.）Wilczek）in India.In: Mungbean,Proceedings of the Second International Symposium. AVRDC & IDRC Press, Taipei.
20. Peeters, J. P. 1988. The emergence of new centers of diversity: evidence from barley. Theor.Appl. Genet.76：179—245.
21. Sandhu, T. S., K. Singh, and B. Singh. 1998. Mungbean germplasm resources: evaluation and utilization. In:Mungbean, Proceedings of the Second International Symposium. AVRDC & IDRC Press, Taipei.
22. Shannon, C. E., and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana.
23. Siemonsma, J. S., and M. Anwari, 1988. Mungbean genetic resources in East Java, Indonesia. In:Mungbean,Proceedings of the Second International Symposium. AVRDC & IDRC Press, Taipei.
24. Spagnoletti, Z. P. L., and C. O. Qualset. 1987. Geographical diversity for quantitative spike characters in a world collection of durum wheat. Crop Sci. 27：235—241.
25. Srinives, P.1991. Mungbean breeding and genetic resources in Thailand. pp. 31—41. In: Proceedings of the Mungbean Meeting 90. Tropical Agriculture Research Center Press, Bangkok, Thailand.
26. Tomooka, N., C. Lairungreang, P. Nakeeraks, Y. Egawa, and C. Thavarasook.1991. Center of genetic diversity,dissemination pathways and landrace differentiation in mungbean. In: Proceedings of the Mungbean Meeting 90. Tropical Agriculture Research center Press, Bangkok, Thailand.
27. Vavilov, N. I. 1926. Studies on the Origin of Cultivated Plants. Trudy Nyuro Bikl. Bot. 16：139—248.
28. Vavilov, N. I. 1949—1950. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Chron. Bot.13：1—364.（Translated from Russian by K.S. Chester.）
29. Witcombe, J. R. and M. M. Gilani. 1979. Variation in cereals from the Himalayas and the optimum strategy for sampling plant germplasm. J. Appl. Ecol. 16：633—640.

Geographic Distribution and Genetic Diversity for Morphological Characters in a World Germplasm Collection of Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) [1]

Shu Chen[2], Cheng Chen[3], Ming-Jen Fan[4] and Samson C. S. Tsou[5]

Summary

The objective of this study is to describe the distribution of morphological diversity based on geographic origin within the world collection of mungbeans. A total of 5,363 accessions from 50 countries grouped into 8 regions were analysed. In this study, the traits recorded by the absolute-value of measurement were called"numerical traits" ,and the traits expressed as states of descriptor were called "coded traits". Thirty-one traits comprising fifteen numerical traits and sixteen coded traits were evaluated. For coded traits, the phenotypic frequency distribution was different according to various geographic origin. The Southern Asia has the highest degree of polymorphism, and India was the most polymorphic country within the Southern Asia. The estimates of the Shannon-Weaver diversity index for the coded traits were variable among geographic origin, and the diversity within a region/country also varied, depending on the evaluated traits. As for numerical traits, the results of summary statistics showed differences among geographic regions in their ranges,means and coefficient of variation (CV) . Significant differences among geographic regions were observed for all traits. It is evident that the distribution of morphological diversity was different among various geographic region due to the agricultural environmental, and/or human-selection factor. Besides, complicated correlations existed among numerical and coded tratits.

Key words: Mungbean, Germplasm, Morphological traits, Genetic Diversity, Geographic distribution.

---

1. Contribution No. 1938 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Crop Genetic Resources Laboratory, TARI, and Graduate Student, Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, ROC.
3. Professor, Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, ROC.
4. Senior Agronomist and Head, Crop Genetic Resources Laboratory, TARI, Wufeng, Taichung,Taiwan, ROC.
5. Director, Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：125～134（1998）

文心蘭切花之乙烯生成以及外加乙烯與去除花藥蓋對花朵品質之影響[1]

黃肇家[2]

摘要：文心蘭花苞與花朵之乙烯生成不同，很小的花苞切下後立即密封，可以測得有乙烯產生，中等以上的花苞以至唇瓣剛開裂之半開張花朵均測不到乙烯生成，完全開張的花朵又會產生低量的乙烯。將花苞或花朵插於水中，定期測定乙烯，1 日後均測不到乙烯之生成，等到花朵老化或花苞開張後開始老化時再有乙烯生成。乙烯在花朵外觀開始老化當日或次 1 日開始產生，到老化症狀很明顯時乙烯生成最高，之後乙烯生成漸減，呈現一個不很明顯的更年性曲線之變化。外加 10ppm 乙烯處理 18 小時會使枝條上的花朵壽命由 15 日減少爲 10 日，花苞開張率及壽命也減少，因此花枝瓶插壽命跟著下降。用 1 ppm 乙烯長時間處理，花朵會迅速老化，以 10 或 50ppm 處理，花朵老化速度並不會加快，說明乙烯作用飽和濃度應在 1ppm 或 1ppm 以下。這些結果顯示文心蘭是屬於對乙烯敏感的切花。去除花朵之花藥蓋會使花朵在數小時內產生乙烯，約 1 日後乙烯之生成下降到測不出來。這種去蓋的花朵通常會提早 3 日老化，乙烯生成也較早開始。將文心蘭側枝插水，去蓋使枝上的花朵早謝，卻會使剩下的小花苞開張率增加並提高小花壽命。由於文心蘭花朵不論是否去除花藥蓋，老化時常於外觀上開始顯現老化徵狀之後才測得出乙烯生成，因此這些內生乙烯是否是引發老化的因素尚待探究。

關鍵詞：文心蘭、乙烯、品質、老化、花苞開張。

前　言

本省文心蘭切花栽培近年蓬勃興起，去年（民國 86 年）外銷日本之數量經非正式的估計達 400 萬支以上，已經成爲次於菊花、唐菖蒲之第三大外銷切花。目前文心蘭切花之外銷以空運爲主，切花採後處理已有一套不錯的作業方式，包括田間採後插水、插水搬運、分級、套袋、切口重削、插保鮮管、裝箱、快速運輸等。爲節省空運費，目前大都以大紙箱大量裝箱（400 支～500 支／箱），到日本後再換裝小箱拍賣。通常於春季低溫時出口，運到日本之品質不錯，於夏秋季盛產高溫時出口則有瓶插壽命偏低之問題，爲了改善空運之品質，於進行保鮮處理技術之研究外，同時進行採後生理之研究。

文心蘭切花採後生理之研究很少，Goh 等人[7]曾報導文心蘭花朵對外加乙烯之敏感性不高，因此把文心蘭歸納爲對乙烯不敏感之蘭花。本省近年之研究顯示文心蘭花朵之老化可能和乙烯有關，因爲文心蘭切花於外銷選別分級時，花藥蓋常會脫落，這些花朵會提早約 3 日老化，也會提早產生乙烯[2]。宋[1]測定文心蘭不同成熟度花苞與花朵之乙烯生成，發現小花苞與開張的花朵均能測出乙烯生成，花朵老化時生成率最高。雖然外加乙烯被認爲對文心蘭花朵之影響甚少[7]，但是蘭花通常被認爲是屬於

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1939 號。
2. 本所園藝系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

對乙烯敏感之切花[4,8]，因此本研究擬對文心蘭花朵之乙烯生成以及乙烯對花朵品質之影響加以探討。

材料與方法

一、切花材料

本研究採用本省中部地區所生產外銷用之文心蘭切花爲材料，品種爲火山皇后'Volcano Queen'。切花採收後全部自第一支側枝以下30cm處切斷插水，放20℃下瓶插，依需要切取花朵或花苞。花苞依大小評分，最小爲1分，5分表示唇瓣開裂，花朵全開爲10分（如下表）。花朵老化亦依程度由10分之未老化到1分之完全老化。

文心蘭花朵、花苞大小及花朵老化等級。

1分：花萼未裂，體積很小。

3分：花萼剛裂，唇瓣剛凸出。

5分：半開，唇瓣剛開裂。

7分：唇瓣開裂，未完全開張。

9分：唇瓣已開張，未完全平張。

10分：唇瓣已開張，已完全平張。

老化8分：老化開始，唇瓣產生紋路，小花梗仍綠。

老化6分：唇瓣明顯紋路，紋路內開始有水浸斑，變薄，小花梗黃綠色。

老化4分：唇瓣嚴重紋路及水浸斑，開始捲，花萼開始枯，小花梗黃。

老化2分：唇瓣略合抱，輕而薄，花萼及小花梗枯黃。

二、乙烯生成測定

㈠不同大小之花苞及不同老化程度花朵之乙烯生成

將不同大小之花苞與花朵自花枝上切下，每5朵密封於50ml之小密封罐，每處理5重覆，密封4小時後，抽1ml氣體以氣相層析儀分析乙烯。氣相層析儀爲日本島津牌（Shimadsu，8AIF），以火焰離子測定偵測器（FID）感測乙烯濃度，再換算爲乙烯生成率。

㈡花苞開張及花朵老化過程之乙烯生成

將不同大小之花苞與花朵切下，單朵插水，於4小時後以及每日定時取出，單朵密封於針筒內，1小時後測定乙烯濃度，乙烯測定方法同上，氣體取樣後再將花苞花朵插回去離子水中。

三、外加乙烯對品質之影響

㈠短時間外加乙烯處理

以文心蘭切花之側枝爲材料，每側枝切下後，留4朵花及3個花苞，花苞各爲3分、2分、1分之大小，單支瓶插，在10ppm乙烯下處理18小時後，移20℃，定期調查品質。每處理5重覆。

花枝之瓶插壽命以枝上花朵及花苞有一半以上老化到原來評分的1/2之日數即爲瓶插壽命。花朵壽命指原爲盛開之花朵每朵老化到5分之日數之平均值；小花指原爲花苞者，其壽命算法同上。

㈡長時間外加乙烯處理

以完全開張之花朵爲材料，單朵插水，整個瓶插期間置於1、10、50ppm乙烯下，定期調查品質。

四、去除花藥蓋對花朵乙烯生成及切花品質及之影響

將花朵切下，去除花藥蓋後單朵插水，定期測定乙烯生成及品質變化，測定方法同上。去除花藥蓋時，通常整個花粉塊跟著脫落。花枝去蓋處理者，只對側枝切下當日已開張之花朵去除花藥蓋。

結　果

一、乙烯之生成

㈠不同大小之花苞及不同老化程序花朵之乙烯生成

以文心蘭不同大小之花苞測定乙烯生成，於花苞很小的時候（1～2分），確實會產生乙烯（圖 1），較大的花苞，從花萼開裂（3分）到花朵半開（唇瓣開裂，5分）均測不到乙烯生成，到了花朵完全開張（10分）時又會產生乙烯，其產生量很微小。

文心蘭花朵老化時會有顯著的乙烯生成（圖 2），尤其在明顯的老化開始之時，即唇瓣紋路很明顯，紋路內開始有水浸斑，小花梗要轉黃之時，此時產生乙烯最多（圖 2）。於老化後期乙烯生成又漸漸減少。

㈡花苞開張及花朵老化過程之乙烯生成

切離之 1 分大小之花苞插水只能發育到 2 分就不再長大（圖 3A），3 分及 5 分大小的花苞插水後能發育到完全開張的程度，因爲這種花完全開張時，比在枝上正常開張的花朵小，故最高數爲 8～9 分。

3 分及 5 分大小的花苞，於開張到全開的過程均測不到乙烯產生，等到開張後開始老化時，再有乙烯生成（圖 3B）。其中 5 分大的花苞比 3 分大的開張較快，老化較早，其乙烯生成也較早。

原來 1 分大之花苞，於瓶插過程，可測到微量乙烯生成，瓶插 6 天後，花苞略有黃化，乙烯生成增加一些，但是到最後，一直沒有其他的變化（圖 3B）。

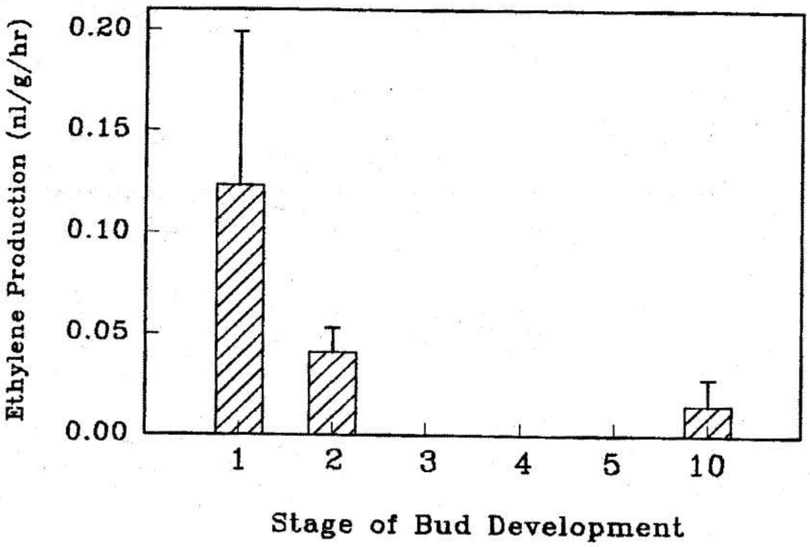


圖 1. 文心蘭花朵及不同大小之花苞之乙烯生成

Fig. 1. Ethylene production of *Oncidium* floret and buds with different developing stages. Stages of development: 1 represents the smallest bud. 3 represents big bud. 5 represents half opened floret. 10 represents fully opened floret. Each datum represents the average of 5 replications with standard error.

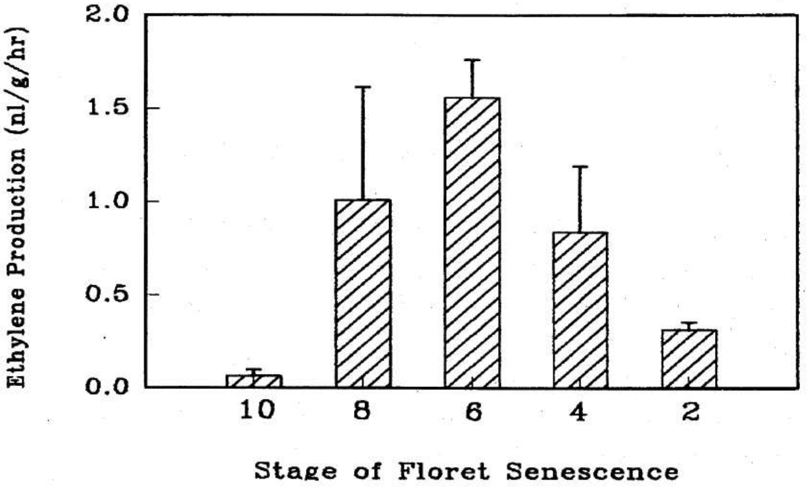


圖 2. 文心蘭不同老化程度花朵之乙烯生成

Fig 2. Ethylene production of *Oncidium* florets with different wilting stages.
Sages of senescence:6 represents half senescence, 2 represents almost full senescence.
Each datum represents the average of 5 replications with standard error.

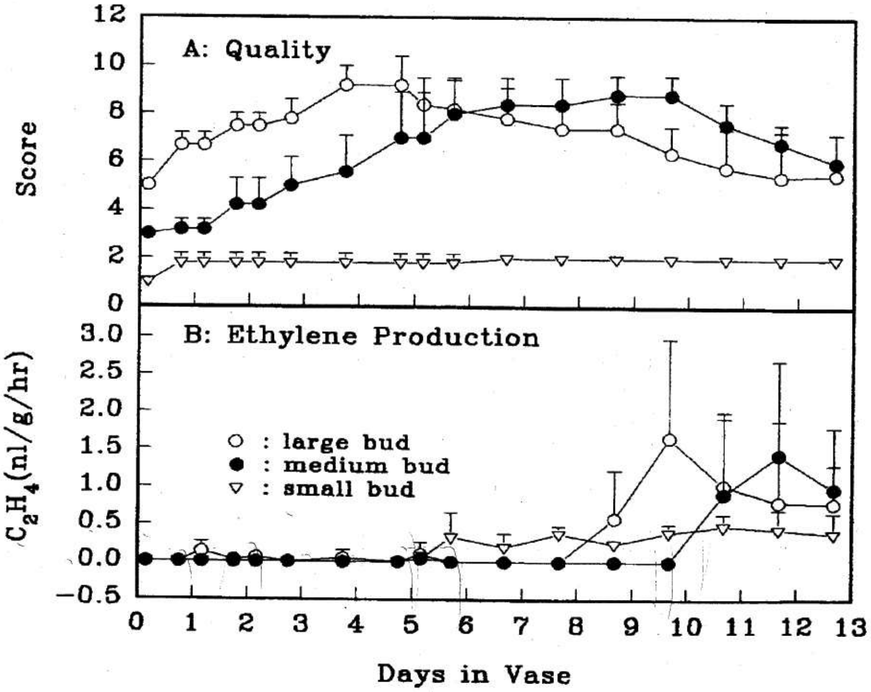


圖 3. 文心蘭不同大小之花苞在 20°C插水期間之品質變化(A)與乙烯生成(B) .

Fig. 3. Changes of quality (A) and ethylene production (B) of *Oncidium* floret and bud held in deionized water at 20°C.
The quality score is described as in fig. 1 and 2.
Each datum represents the average of 5 replications with standard error.

花朵瓶插初期，測不到乙烯生成，在有明顯的老化開始後，乙烯生成漸增，隨後有一個不很明顯的乙烯高峰（圖 4A，4B）。較早開的花朵，老化較早，乙烯生成較早開始，乙烯高峰也來得早。早開或晚開的花朵均於花朵開始老化後（約 8 分的時候），才開始有明顯的乙烯生成。

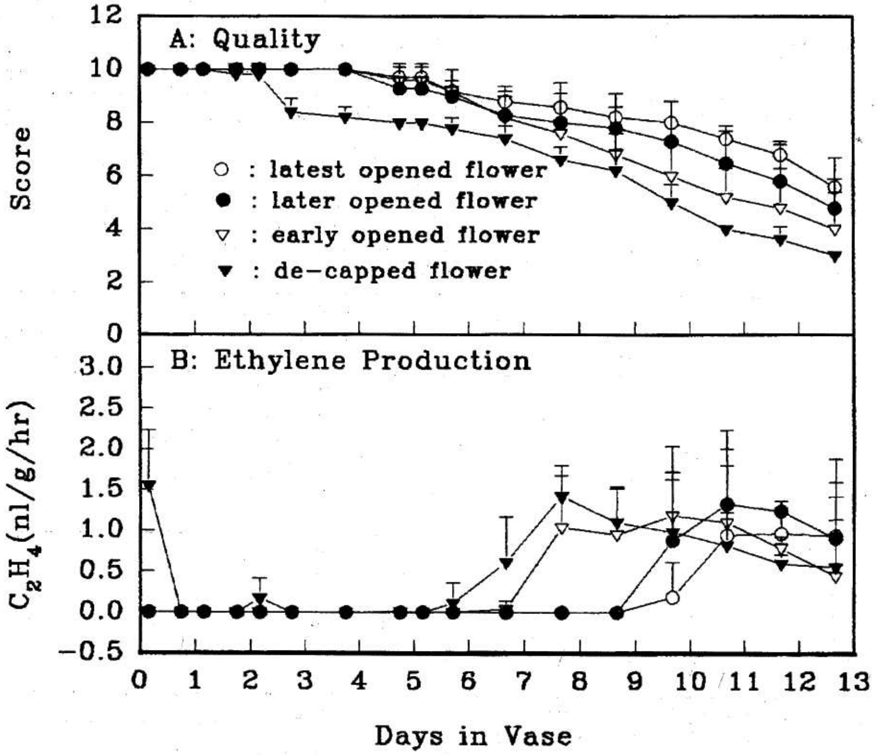


圖 4. 文心蘭花朵在 20℃單朵插水期間之品質變化(A)與乙烯生成(B).

Fig. 4. Changes of quality (A) and ethylene production (B) of *Oncidium* floret held in deionzed water at 20℃.
The quality score is described as in fig. 2.
Each datum represents the average of 5 replications with standard error.

二、外加乙烯之影響

(一)短時間乙烯處理對花枝上花朵老化及花苞開張之影響

短時間外加乙烯處理使花朵壽命下降 5 日左右（表 1），花苞開張率、小花壽命均顯的降低，因此花枝之瓶插壽命跟著減少（表 1）。短時間乙烯處理對大小不同的花苞之影響不相同，1、2、3 分大小的花苞在枝上本來可以開張到 9～10 分（表 2），乙烯處理後，3 分大的花苞有一半能開到 9 分，而 2 分及 1 分大的花苞則完全不再開張（表 2）。

(二)長時間乙烯處理對花朵老化之影響

在 1ppm 乙烯下，文心蘭花朵快速的老化（圖 5）。在 10ppm 及 50ppm 下，老化速率並沒有比 1ppm 更快，表示 1ppm 可能已經是乙烯作用之飽和濃度。

表 1. 短時間外加乙烯處理及花朵去除花藥蓋對文心蘭切花瓶插壽命及枝上花朵及花苞壽命之影響

Table 1. Effect of exogenous ethylene treatment and removal of pollinia cap on the vase life of *Oncidium* cut flower, life span of floret and bud.

Treatment		Vase life of cut flower[y] (day)	Bud opening (%)	Life span of bud (day)	life span of floret (day)
CK[z]	with cap	15.0 ± 1.2[x]	53.4 ± 14.2	14.0 ± 3.9	15.0 ± 1.4
ET	with cap	9.5 ± 1.0	16.5 ± 19.1	10.3 ± 4.9	9.8 ± 0.6
CK	de-capped	13.3 ± 1.0	79.3 ± 24.9	19.0 ± 3.7	11.4 ± 0.5
ET	de-capped	9.3 ± 1.0	22.8 ± 15.6	8.5 ± 3.7	9.1 ± 0.4

[z] CK means no ethylene treatment, ET means 10ppm ethylene treatment for 18 hours.
[y] Each cut flower contains only 4 florets and 3 buds at harvest.
[x] Each datum represents the average of 5 replications with standard error.

表 2. 短時間外加乙烯處理及花朵去除花藥蓋對文心蘭花枝上花苞開張能力之影響

Table 2. Effect of exogenous ethylene treatment and removal of pollinia cap on the opening ability of *Oncidium* bud.

		Bud grade at harvest[y] (score)	Percentage of opened bud (%)	Highest grade bud reached (score)
CK[z]	with cap	3	100[x]	10
		2	60	10
		1	20	9
ET	with cap	3	50	9
		2	0	2
		1	0	1
CK	de-capped	3	100	10
		2	100	10
		1	50	9
ET	de-capped	3	50	8
		2	0	2
		1	0	1

[z] CK means no ethylene treatment, ET means 10ppm ethylene treatment for 18 hours.
[y] Each cut flower contains only 4 florets and 3 buds at harvest.
Grade of bud and flower:1 represents the smallest bud, 5 represents half opened floret, 10 represents fully opened floret.
[x] Each datum represents the average of 5 to 10 replications.

三、去除花藥蓋對花朵品質及花朵乙烯生成之影響

(一)對花朵品質及乙烯生成之影響

去除花藥蓋會促進文心蘭花朵老化，但是對於單朵插水的花朵，去除花藥蓋促進老化之作用並不是絕對的，於圖 4A，去蓋處理使花朵提早老化；於圖 5，去蓋處理並沒有使花朵壽命減少。對於枝上的花朵，去蓋處理促進花朵老化之作用則較爲穩定，於表 1，去蓋的花朵壽命會縮短 3.5 日左右。

去除枝上花朵之花藥蓋，使這些花朵提早老化，卻會使枝上剩下的花苞開張率提高（由 53 %提高爲 79 %）以及增加小花壽命（由 14 日提高爲 19 日）（表 1）。原來 2 分及 1 分大之花苞，開張率由 60 及 20 %各增加爲 100 及 50 %（表 2）。因此去蓋雖然使花朵壽命減少 3 日，但花枝瓶插壽命只減少 1.5 日左右（表 1）。

花朵去除花藥蓋後，4 小時即有高量乙烯生成（圖 4B），24 小時後測不到有乙烯產生，到了花朵要老化時，乙烯生成再度上升。

(二)短時間乙烯處理之影響

短時間乙烯處理使去蓋之花朵老化加速，花苞也同樣受到影響（表1），花朵去蓋使花枝上花苞開張率提高之優勢（表2），在外加乙烯處理後也喪失了（表2）。外加乙烯處理使去蓋與不去蓋之花朵及花苞均縮短到一樣的壽命。

㈢長時間乙烯處理之影響

花朵不論是否去除花藥蓋，在長時間外加乙烯的環境下，均一樣的快速老化（圖5）。

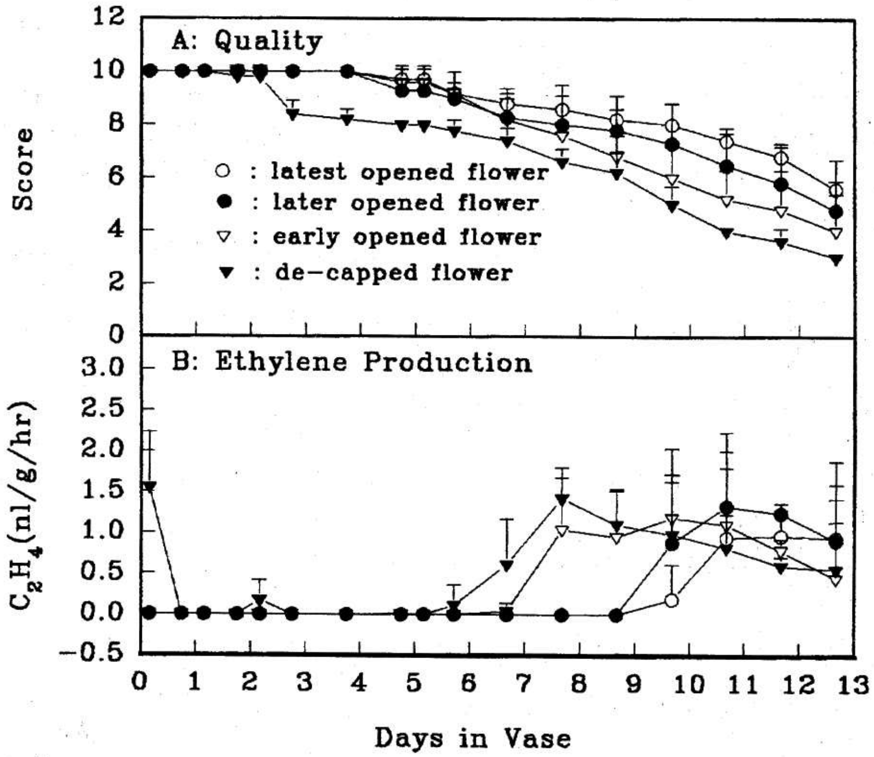


圖5. 長時間外加乙烯處理與去除花藥蓋對單朵插水文心蘭花朵品質之影響

Fig. 5. Quality changes of *Oncidium* floret held in deionized water with or without pollinia cap under exogenous ethylene environment.
The quality score is described as in fig. 2.
Each datum represents the average of 10 replications with standard error.

討　論

本研究以花朵花苞切離密封測定乙烯之方法，證實文心蘭花枝上很小的花苞與完全開張的花朵確實會產生乙烯（圖1、2），中間大小的花苞（3～5分）其乙烯生成低到測不出來（圖1），宋[1]測得文心蘭小花苞產生乙烯最多，其次為開張的花朵，中間大小的花苞產生量很低，但仍能測出來。Ketsa和Thampitakorn[9]以石斛蘭為材料，測定之結果和宋[1]以文心蘭測得之結果相同，這些數據說明文心蘭從很小的花苞到開張的花朵各有不同的生理反應。

文心蘭花朵在老化過程有明顯的乙烯產生（圖2、3、4），且有乙烯高峰，呈現更年性（Climacteric）的曲線變化（圖3，4）。宋[1]亦測得文心蘭花朵老化時乙烯生成最高，Nair 與 Fong[11]以石斛蘭，Goh 等[7]以嘉德利亞蘭測定花朵化過程中乙烯生成之變化，發現均有更年性乙烯高峰出現。Goh 等

人測得乙烯高峰出現時，花朵開始萎凋[7]，表示嘉德利亞蘭花朵乙烯之生成早於花朵外觀開始老化。蝴蝶蘭花朵老化時，先測到乙烯產生，1.5 日後才看到外觀上的老化的變化[3]。而文心蘭花朵老化則先看到明顯的外觀品質變化，數日後才測得乙烯的生成（圖 4），因此文心蘭花朵這些較晚出現之內生乙烯是否是引發老化的原因，仍有待進一步探討。

短時間或長時間的外加乙烯處理，均會使文心蘭花朵顯著的提早老化（表 1、表 2），因此文心蘭花朵應該可歸屬爲對乙烯敏感的蘭花類。Goh 等人[7]報導文心蘭花朵對外加乙烯處理沒有顯著的反應，其報告上並沒有明確的數據支持，因此其認爲文心蘭對乙烯不敏感之結論應該再確證或修正。

去雄會使東亞蘭花朵早謝，被證實是因蕊柱受傷產生乙烯與 ACCV，傳到花朵其他部位引起老化[17,18,20]，授粉使花朵老化，也是經由同樣的原理產生作用[5,6,17,18,20]。Woltering 等人[19]以精密的儀器測定東亞蘭花朵授粉後之反應，發現授粉後 4 小時以及 40 小時後各有一個乙烯高峰，第一個高峰被認爲和唇瓣轉紅有關，而第二個高峰則和花瓣老化有關。事實上唇瓣轉紅也是整朵花老化的前兆。文心蘭花朵去除花藥蓋後，數小時內就產生一個乙烯高峰（圖 4），24 小時後中止乙烯生成（有時候到 48 小時才中止），再數日後花朵老化時乙烯再度產生。這個最先出來的乙烯似乎不是直接促使花朵老化的因子，因爲花朵去除花藥蓋均會產生這種乙烯，但有時候花朵壽命並不會較未去蓋者短（如圖 5）。文心蘭花朵去蓋後第二個乙烯高峰很慢才發生，是在唇瓣可以看到老化症狀後才產生（圖 4）。因此去除花藥蓋促使文心蘭花朵產生的乙烯，如同上述文心蘭花朵正常老化所產生的乙烯，是否會引發花朵老化仍有待確認。蝴蝶蘭花朵授粉後子房的發育需要授粉所生的乙烯來促進[21]，文心蘭花朵授粉成功率很低，這是否和文心蘭花朵產生乙烯很慢或很少有關，或許是育種上一個値得探討之項目。

由切離之 1 分大之花苞瓶插時未能充分發育，顯示花苞發育過程中需自花莖供應開花所需之養分。由表 1 及表 2 得知，文心蘭花朵去蓋可使花枝上的花苞開張率及花苞所開成之小花壽命提高，顯示這些去蓋的花朵在早謝的過程，可能會提供養分給花苞或是減少競爭花苞生長的養分。這種花枝上花朵與花苞間相互影響之報導不多，而切花花朵內以及花朵與莖葉間養分之輸送則有不少報導，例如康乃馨切花開始老化時，外加 ^{14}C 蔗糖會從花莖移到花瓣[13]，以乙烯處理使花朵加速老化時，^{14}C 蔗糖會從花瓣移到子房及花莖[12,14]。玫瑰花瓶插期間，花瓣呼吸消耗的葡萄糖可由花托和花莖提供[16]，也有從葉片轉移到花朵[15]。近年 Ketsa 和 Wongs-Aree[10] 把石斛蘭插在含糖的保鮮液中，將已開張之花朵摘除或套袋，剩下的花苞會減少開張率，也開得不正常。由於將花朵摘除或套袋都會使花枝的吸水率大爲下降，因此他們認爲開張花朵之會促進花苞開張是因爲花朵使花枝的吸水順暢，使花苞有充分的水分供應之故。文心蘭花朵去蓋促使花朵老化並促使花苞開張的反應和石斛蘭去除花朵之反應不同。

誌　謝

本研究部分經費承蒙行政院農業委員會計畫補助（85 科技-1.4-糧 41），謹此致謝。

引用文獻

1. 宋崇榮。1997。文心蘭切花去除花藥蓋對瓶插品質影響之研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。
2. 黃肇家。1996。文心蘭切花貯運技術之研究。園產品採後處理技術改進計畫 85 年度工作成果報告。
3. 黃肇家、潘美慧、王自存。1997。蝴蝶蘭花朵寒害後不同部位之老化、乙烯生成與電解質滲漏。中華農業研究 46：167-180.
4. Arditti, J. 1979. Aspects of the physiology of orchids. Adv. Bot. Res.7:421-655.
5. Arditti, J., N. M. Hogan, and A. Chadwick. 1973. Post-pollination phenomena in orchid flowers, IV. Effects of ethylene. Amer. J. Bot.60:883-888.
6. Borochov, A. and W. R. Woodson. 1989. Physiology and biochemistry of flower petal sinescence. Hort. Rev. 11:16-43.
7. Goh, C. J., A. H. Halevy, R. Engel, and A. M. Kofranek. 1985. Ethylene evolution and sensitivity in cut orchid flowers. Scientia

Horticulturae.26:57-67.

8. Halevy, A. H. and S. Mayak 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2. Hort. Rev. 3:59-143.
9. Ketsa, S. and F. Thampitakorn 1995. Characteristics of ethylene production of *Dendrobium* orchid flower. Acta Hort. 405: 253-263.
10. ketsa, S. and C. Wongs-Aree. 1995. The role of open florets in maximizing flower bud opening of *Dendrobium* held in the preservative solution. Acta Hort. 405:381-388.
11. Nair, H. and T. H. Fong. 1987. Ethylene production and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid levels in detached orchid flowers of *Dendrobium* 'Pompadour'. Scientia Horticulturae. 32 :145-151.
12. Nichols, R. 1976. Cell enlargement and sugar accumulation in the gynoecium of the glasshouse carnation *(Dianthus Caryophyllus L.)* induced by ethylene. Planta 130:47-52.
13. Nichols, R. and L. C. Ho. 1975a. Effects of ethylene and sucrose on translocation of dry matter and ^{14}C-sucrose in the cut flower of the glasshouse carnation (*Dianthus Caryophyllus* L.) during senescence. Ann.Bot. 39:287-296.
14. Nichols, R. and L. C. Ho. 1975b. An effect of ethylene on the distribution of 14 C-sucrose from the petals to other flower parts in the senescent cut inflorescence of *Dianthus Caryophyllus.* Ann. Bot. 39:433-438.
15. Nichols, R. and L. C. Ho. 1979. Respiration, carbon balance and translocation of dry matter in the corolla of rese flowers. Ann. Bot.44:19-25.
16. Weinstein, L. H. 1957. Senescence of roses 1. chemical changes associated with senescence of cut 'Better Times' roses. Contrib. Boyce Thompson Inst.19：33-48.
17. Woltering, E. J. 1990. Interorgan translocation of 1-aminocyclopropane-1- carboxylic acid and ethylene coordinates senescence in emasculated cymbidium flowers. Plant Physiol. 92:837-854.
18. Woltering, E. J., and F. Harren. 1989. Role of rostellum desiccation in emasculation- induced phenomena in orchid flowers. J. of Expt. Botany.40:907-912.
19. Woltering, E. J., F. Harren, and H. A. M. Boerrigter. 1988. Use of a laser-driven photoacoustic detection system for measurement of ethylene production in cymbidium flowers. Plant Physiol. 88:506-510.
20. Woltering, E. J., H. Overbeesk, and F. Marren. 1991. Ethylene and ACC:Mobile wilting factors in flowers. Acta Hort. 298: 47-59.
21. Zhang, X. S., and S. D. O'Nell. 1993. Ovary and gametophyte development are coordinately regulated by auxin and ethylene following pollination. The Plant Cell. 5:403-418。

Ethylene Production of *Oncidium* Flower and the Change of Flower Quality Affected by Ethylene Treatment and Pollinia Cap Removal[1]

Chao-Chia Huang[2]

Summary

Ethylene production could be detected from small bud and fully opened floret of *Oncidium* orchid when they were measured right after detachment. No ethylene was detected from big bud and half opened floret. When the bud and floret were held in water, ethylene production was not detectable in the first few days after detachment. During floret senenscene ethylene production increased on the day or one day after the floret showed symptom of senescence. It reached a peak and then declined. Exogenous 10 ppm ethylene treatment for 18 hours shortened the life span of floret for 5 days. Bud opening and the life span of bud also decreased. Under 1 ppm ethylene environment, *Oncidium* florets wilted quickly. Increasing ethylene concentration up to 10 or 50 ppm, the floret wilted as fast as at 1 ppm. These data indicated that *Oncidium* flower is sensitive to ethylene. Removal of pollinia cap would induce the floret to produe ethylene. The ethylene production rose in a few hours after de-capping. It gradually decreased and became undetected one day later. The de-capped floret wilted 3 days earlier than intact floret. Ethylene production of de-cappet floret also rose earlier. De-capping resulted in early senescence of floret, but it increased bud opening and life span of buds on the same inflorescence. During floret senescence, ethylene production always rose later than the beginning of visiable senescence symptom. It is not clear whether the endogenous ethylene play an important role in inducing floret senescence.

Key words : *Oncidium* orchid, Ethylene, Quality, Senescence, Bud opening.

---

1. Contribution No. 1939 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by grants from Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.
2. Associate Researcher, Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：135～141（1998）

印度棗葉蟬之發生消長與藥劑防治[1]

溫 宏 治[2]

摘要：印度棗葉蟬〔*Quadria pakistanica* (Ashmead)〕爲印度棗之主要害蟲，能刺吸葉液並分泌蜜露誘發煤病，影響植株發育至鉅。於本省南部印度棗產地之爲害葉率介於 2.81—50.50 %，平均 20.07 %。其族群密度自 9 月開始增加，11 月達最高峰，12 月開始下降。利用黃色粘片（15×21.5 ㎝²）誘集其成蟲數（Y）與葉片若蟲數（X）之直線關係式爲 $Y = -19.23 + 0.59X$，$r^2 = 0.9564$。於大社地區調查結果本蟲於 9～11 月受昆蟲寄生眞菌（*Vertici llium lecaric*）感染最多，罹病率爲 1.12—36.47 %，平均爲 4.24 %。田間藥劑防治篩選結果，以 2.8 %賽洛寧乳劑、85 %加保利可濕性粉劑、90 %納乃得可濕性粉劑及 3 %亞滅寧乳劑防治效果較佳。

關鍵詞：印度棗、印度棗葉蟬、族群密度、昆蟲寄生眞菌、藥劑試驗。

前 言

印度棗之栽植面積全省約有 2,000 公頃，以高雄與屏東二縣爲主要產地(12)。害蟲種類經調查記錄有 28 種(3)，其中印度棗葉蟬〔*Quadria pakistanica* (Ashmead)〕爲主要害蟲之一，普遍分布於高、屏地區，近年來有逐漸發生嚴重現象，由於葉蟬個體細小，爲害初期不易被發現，若蟲於葉背吸食，造成葉面產生黃色斑點，至後期造成嚴重落葉，引起煤病，影響產量及品質至鉅(4,5)。印度與巴基斯坦曾於 1972 及 1976 年進行該蟲防治試驗(6,7,8)，唯事隔多年，大部份藥劑在臺灣已被列爲劇毒藥劑。由於該葉蟬於印度棗田間全年發生消長情形與氣候影響因子等資料在國內外均欠缺，故無足夠資訊提供農民適時防治，以致延誤防治造成損失，現根據該葉蟬二年來田間調查資料及防治試驗結果整理敘述，俾能提供農民防治訊息，解決蟲患。

材料與方法

一、印度棗葉蟬發生調查

於民國 84 年 8 月至 85 年 12 月不定期至臺南、高屏地區印度棗主要產地（包括臺南縣玉井鄉、高雄縣田寮鄉、燕巢鄉、大社鄉、阿蓮鄉及屏東縣里港鄉、高樹鄉）作調查，每地區依栽植情形選 2—5 個果園，每個果園調查 20 株，每株取樣 20 葉片，觀察記錄葉片是否遭葉蟬爲害。

二、黃色粘片引誘成蟲數與植株上若蟲數之關係研究

於印度棗試區內，每 10 公尺懸掛黃色粘片（12×15 ㎝²）一片，共 20 片，每週調查粘片上之成蟲數及換片一次，並計算粘片周圍植株上之中老葉 20 枚，計算葉片上若蟲數，連續調查 8 週，分析成蟲數與若蟲數間之關係。

三、印度棗葉蟬之季節消長調查

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1940 號。
2. 本所鳳山熱帶園藝試分所副研究員兼經營利用系主任。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

於民國 84 年 7 月起至 86 年 6 月於鳳山選定一處印度棗園進行，園地共 0.2 公頃，印度棗種植之株行距為 2×4 公尺，8 行共 64 株，採用一般農民之栽培管理方式，定期施肥、灌溉、除草。於試區內，每行約 10 公尺距離懸掛黃色粘片（12×15 cm²）一片，一行 4 片，總共 32 片，每週調查粘片上成蟲數及更換粘片一次。每株並取樣中老葉片 20 枚，計算葉片上之若蟲數與受昆蟲寄生眞菌（*Verticillium lecaric*）寄生之蟲數。

四、防治試驗

民國 86 年 10 月至 12 月於高雄縣大社鄉進行，供試驗作物為印度棗，處理有 2.8 ％賽洛寧（Cyhalothrin）EC 2,000 倍、75 ％硫敵克（Thiodicarb）WP 3,000 倍、85 ％加保利（Carbaryl）WP 1,700 倍、50 ％芬殺松（Fenthion）EC 1,000 倍、90 ％納乃得（Methomyl）W P 3,000 倍、3 ％亞滅寧（Fastac）EC 1,000 倍、22.5 ％陶斯松（Chlorpyrifos）EC 1,000 倍、2.8 ％第滅寧（Deltamethrin）EC 1,000 倍及 48.34 ％丁基加保扶（Carbosulfan）EC 1,000 倍及不施藥共 10 處理，田間採逢機完全區集設計，2 株×10 處理×4 重複＝ 80 株，每 10 天噴藥一次，連續四次，第一次施藥前及每次施藥後 9 天調查藥效，調查時每株調查中老葉片 20 葉片，計算葉片上存活之若蟲數。而後依下列公式計算防治率。

$$防治率(\%)=(1-\frac{處理區施藥後存活蟲數\times對照區處理前活蟲數}{處理區施藥前存活蟲數\times對照區處理後活蟲數})\times100\%$$

結果與討論

一、印度棗葉蟬發生調查

印度棗葉蟬普遍發生於高屏地區，其發生與印度棗園之管理有密切的關係，管理良好者，一般葉蟬發生少，而管理上較差或荒廢園則普通罹患嚴重。蓋管理良好者，除了藥劑防治外，平時也定期將枝葉修剪，無意中減除葉蟬為害葉，減少感染，而管理差者，未作修剪者，致葉蟬於發生盛期大量增殖，漸而感染附近植株，由點而面，自然為害加重。經在南部各印度棗主要產地調查結果如表 1，該蟲以高雄縣大社鄉分佈最多，第一年族群高峰期為害葉率高達 41.75 ％，第二年達 50.50 ％，其次三地鄉之 43.87 ％，里港及高樹株齡較小，故發生較少，為害葉率僅 2.81 ％及 6.00 ％。

表 1. 印度棗葉蟬為害調查

Table 1. Surveys of *Q. pakistanica* damage on Indian-jujube

Date	Localities	Total no. of leaves	NO. of damaged leaves	Damagd rate(%)
	高雄縣 (Kaohsiung Hsien)			
1995 8.20	大社	2,000	835	41.75
9.16	田寮	1,200	104	8.67
10.21	燕巢	1,600	126	7.88
10.26	岡山	800	50	6.25
1996 8.24	大社	800	404	50.50
10.22	阿蓮	800	57	7.13
11.19	路竹	400	121	30.13
	屏東縣 (Pingtung Hsien)			
1995 11.24	里港	1,600	45	2.81
12.15	高樹	1,200	72	6.00
1996 9.30	九如	800	305	38.13
10.18	長治	1,200	180	15.00
11. 9	三地鄉	800	351	43.87
	臺南縣 (Tainan Hsien)			
1995 12. 7	玉井	800	160	20.00
Total and damage		14,000	2,810	20.07

二、黃色粘片引誘成蟲數與植株上若蟲數之關係研究

於印度棗園利用黃色粘片可以粘上大量之印度棗葉蟬成蟲，因而證實印度棗葉蟬成蟲對黃色有偏好性，進一步比較黃色粘片所粘的成蟲數（Y）與葉片若蟲數（X），得其間相關方程式 $Y = -19.23 + 0.59X$，（$r^2 = 0.9564$）成正相關如圖 1。故可利用黃色粘紙之誘集數作為印度棗葉蟬之發生指標或族群消長調查，進而作防治效果比較。

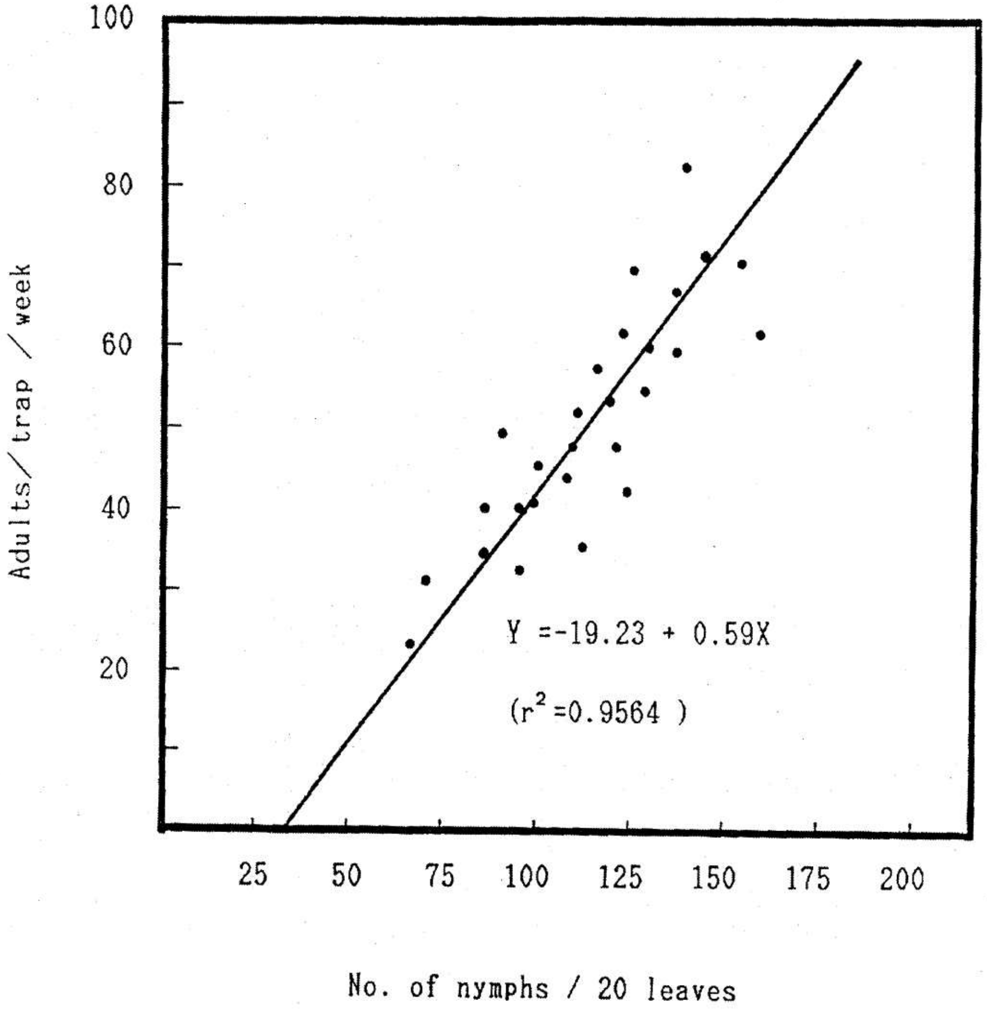


圖 1. 印度棗園誘集印度棗葉蟬成蟲數與葉片若蟲數關係

Fig. 1. Relationships between the adult *Q. pakistanica* caught by yellow sticky trap and the number of nymphs on the leaves in indian-jujube orchard.

三、印度棗葉蟬之季節消長調查

於鳳山印度棗園作印度棗葉蟬長期調查結果，顯示除 3～4 月植株枝葉修剪外，整年均可發生，唯其族群密度受氣候影響甚大。在臺灣四季溫差較小，溫度的因素與雨量多寡和印度棗葉蟬之季節消長有密切關係。由圖 2 第一年之 7 月平均溫度超過 28℃以上，雨量高達 587.5 ㎜，其密度顯然受大雨影響而降低，9 月以後隨著溫度轉涼及雨量減緩，其密度逐漸增加，至 11 月份氣候暖和，其密度達最高峰，12 月後受低溫影響密度因而下降，至次年 5 月時隨溫度略升，其密度復漸增加。第二年調查結果，亦與第一年略同，也是在 9 月以後其密度逐漸增加，11 月時密度達最高峰，12 月後密度逐漸下降。在天敵昆蟲寄生眞菌調查方面，印度棗葉蟬於 9 至 11 月受昆蟲寄生眞菌（*Verticillium lecaric*）寄生最多如表 2，其因可能 9～11 月於南部屬於雨季後期，大氣濕度高而有利於昆蟲寄生眞菌繁殖，葉蟬受寄生率爲 1.12～36.47 %，平均 4.24 %。

表 2. 印度棗葉蟬罹寄生菌調查

Table 2. Surveys of indian-jujube leafhopper infected by *V. lecaric*

Month[z] survey	No. of leafhoppers	Parasited leafhoppers	Parasitism（%）
1995.7	58	0	0
8	83	1	1.2
9	2,926	85	2.9
10	3,000	35	1.1
11	510	186	36.5
12	220	1	0.5
1996.1	50	0	0
2	85	0	0
3-4	…	…	…
5	327	1	0.3
6	145	0	0

[z] Localities: Ta-sou, Kaohsuing Hsien.

四、防治試驗

印度棗葉蟬主要分布於印度棗幼葉葉背，是故施藥防治時著重於葉背噴施均勻最爲重要，由試驗結果如表 3 得悉，九種供試藥劑中以 2.8 %賽洛寧（Cyhalothrin）乳劑 2,000 倍，85 %加保利（Carbaryl）可濕性粉劑 1,700 倍，90 %納乃得（Methomyl）可濕性粉劑 3,000 倍及 3 %亞滅寧（Fastac）乳劑 1,000 倍等防治效果最佳，其平均防治率（%）分別爲 92.0、90.9、90.5 及 96.00。由於印度棗葉蟬在田間甚爲活躍，噴藥時成蟲易受驚動而飛離，降低防治效果，是故施藥防治該蟲時最好實施共同防治，以提高防治效果。

誌　謝

本研究試驗期間承鳳山分所張麗華小姐提供試驗地調查，及洪瑞蘭、蔡淑容小姐及李明哲先生協助試驗，葉蟬與寄生眞菌分別承自然科學博物館蔣中柱先生及臺大曾顯雄教授鑑定，臺大吳文哲教授提供文獻，謹誌一併謝忱。

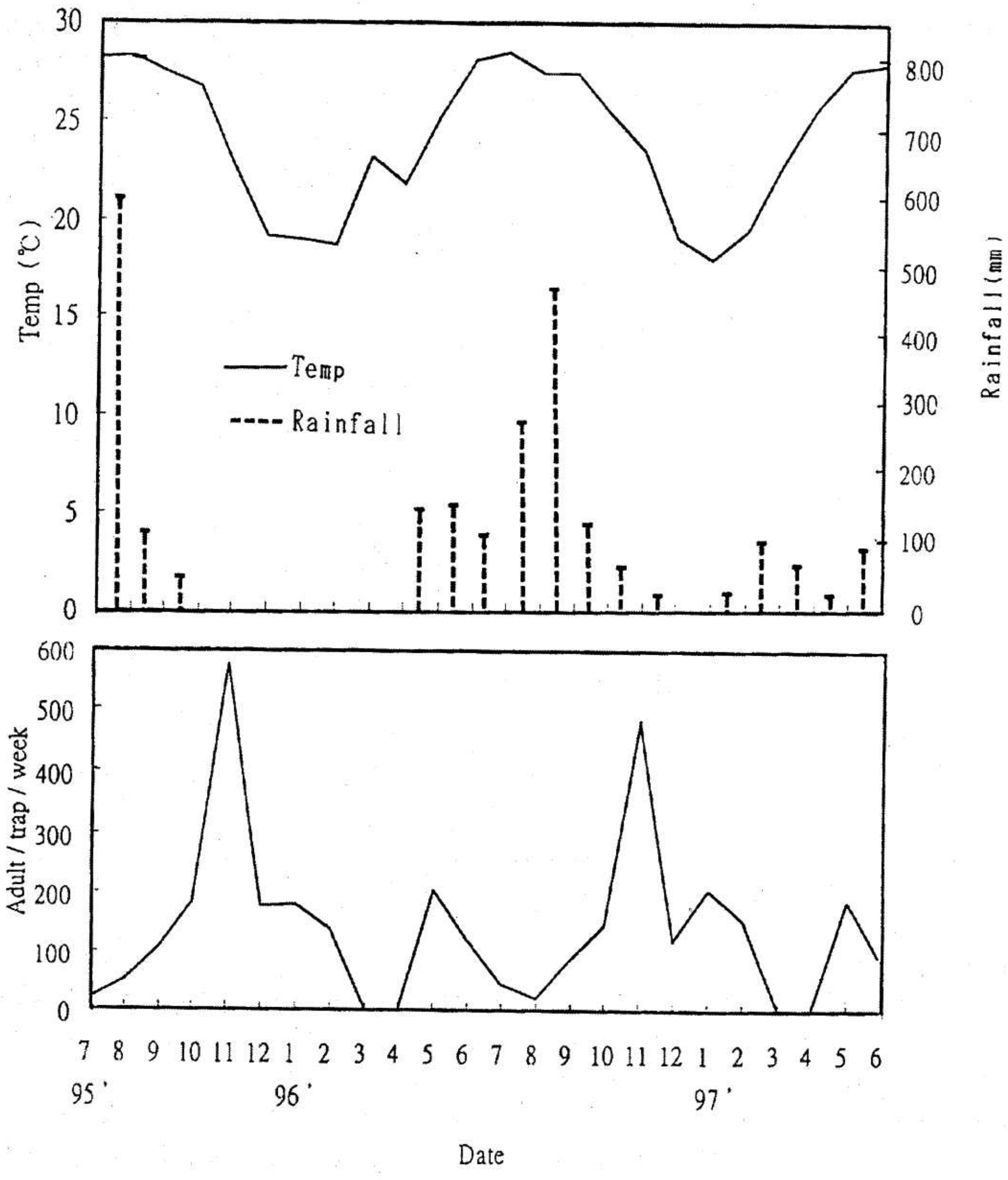


圖 2. 印度棗葉蟬田間消長

Fig. 2. The seasonal occurrence of *Q. pakistanica in* southern Taiwan

表 3. 印度棗葉蟬藥劑防治試驗

Table 3. Chemical control of *Q. pakistanica* on indian-jujube

Treatment		% Control				
		1st	2nd	3rd	4th	Mean
2.8 % Cyhalothrin	EC 2,000X	92.3	88.6	95.8	91.3	92.0a[z]
75 % Thiodicard	WP 3,000X	90.8	75.9	93.6	84.2	86.1ab
85 % Carbaryl	WP 1,700X	93.9	90.3	89.4	90.3	90.9a
50 % Fenthion	EC 1,000X	81.3	54.3	89.4	72.5	74.4b
90 % Methomyl	WP 3,000X	93.9	84.5	94.9	88.7	90.5a
3 % Fastac	EC 1,000X	94.3	95.1	99.2	95.4	96.0a
22.5 % Chlorpyrifos	EC 1,000X	97.4	51.2	93.9	75.6	79.5ab
2.8 % Deltamethrin	EC 1,000X	87.7	53.0	99.6	76.7	79.2ab
48.34 % Carbosulfan	EC 1,000X	81.5	61.5	91.5	75.2	77.5b
C.K.		—	—	—	—	—

[z] Means followed by the same letter are not significantly different at the 5 % level (Duncan's multiple range test)

引用文獻

1. 未具名。1977。臺灣農業年報。臺灣省政府編印。132 頁。
2. 陳敏祥。1991。印度棗栽培技術。行政院農業委員會、臺灣省政府編印。24 頁。
3. 溫宏治。1988。印度棗主要害蟲之生態與防治。中華昆蟲特刊二號。果樹害蟲綜合研討會 1—10 頁。
4. 溫宏治。1996。印度棗葉蟬之生態與防治。中華昆蟲學會。85 年年會論文宣讀摘要。中華昆蟲 16 (4)：341。
5. 溫宏治、林正忠。1995。印度棗病蟲害發生與防治。農藥世界 137：44—47。
6. Akram, M. and M.Yunus. 1972. Chemical control of leafhoppers attacking maize：(Zygina). Wes. Pak. J. Agric. Res. 10 (4)：239—245.
7. Mahadevan, N. R. and A. V. Rangarajan. 1975. Occurrence of the cicadellid, *Zygina* sp. (Homoptera：Cicadellidae) on *Tamarix plumosus* Hort. Indian. J. Entomol. 37 (2)：206.
8. Santharam, G., S. Thirumurthi. and M. Mohanasundaram. 1976. Efficacy of dilute and concentrate sprays of insecticides in the control of ber (jujube, *Ziziphus mauritania*) leaf-hopper *Zyginida pakistanica* (Ahmed) in punjab pesticides, 10 (12)：47—49.

Seasonal Occurrence and Chemical Control of Indian-jujube Leafhopper (*Quadria pakistanica*) (Homoptera:Cicadellidae) in Taiwan[1]

Hung-Chich Wen[2]

Summary

Indian-jujube leafhopper damaging leaf and inducing sootymold by excreting sticky honeydew is a destructive insect pest on Indian-jujube in southern Taiwan. The leaves were usually infested by 2.81-50.50 % with 20.07 % in average. Its population built up rapidly in September, with a peak in November and declined gradually in December.

The number of nymphs on the leaf of plant(X) and adults(Y) caught by yellow trap could be expressed as $Y = -19.23 + 0.59X$, ($r^2 = 0.9564^{**}$) .

It was highly infected by *Verticillium lecaric* from September to November ranging between 1.12-36.47 % and with 4.24 % in average in Ta-sou area.

Nine insecticides were tested in this experiment for its control.Results indicated that 2.8 % Cyhalothrin EC, 85 % Carbaryl WP, 90 % Methomyl WP and 3 % Fastac EC showed better control.

Key words：*Quadria pakistanica,* Indian-jujube, Indian-jujube leafhopper, Population, *Verticillium lecaric.*

---

1. Contribution No.1940 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Entomologist and Head, Department of Management and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI , Fengsan Kaohsiung Hsien. Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：142～158（1998）

Validation of a Field Monitoring System for BPU-Type IGR Resistance in the Diamondback Moth, *Plutella xylostella*-Presumed Working Scheme Based on IRAC Method No. 7 (Leaf Dipping Method)[1]

Edward Y. Cheng and Ching-Hua Kao[2]

Abstract：Results of the IRAC Method NO. 7 (leaf dipping method) were compared to those of the spray tower method in aspect of the resistance of diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella*, to benzoylphenyl urea (BPU)-type insect growth regulators (IGR). The leaf dipping method resulted in 3.29-fold higher BPU-IGR deposit than the spray tower method. The treating period of leaf dipping lasts from 3rd instar to pupation, which is longer than the 48-hour period in the spray tower method. Both the higher dosage and the longer treating period of leaf dipping had resulted in higher sensitivity of the DBM to the treated doses of BPU-type IGR compared to the spray tower method. No anti-feeding effect of BPU-type IGR against DBM was observed.

The susceptibility of a susceptible strain to 4 BPUs, chlorfluazuron, teflubenzuron, hexaflumuron and flufenoxuron, had been determined by using the leaf dipping method. The reproducibility of this method was tested and substantiated by comparing LC_{50}s in the n and n+6 generations of the susceptible strain. The ability of leaf dipping method in detecting the BPU-resistance in DBM was verified by the Independent Student's t-distribution test, which confirmed the separation of LC_{50}s of the susceptible strain from 3 BPU-resistant strains at 95 % fiducial limits.

We concluded that four to five IGR concentrations in 10-fold increments with water are sufficient for testing BPU-resistance in DBM, except for hexaflumuron, the increment should be adjusted to 4-5 fold. The leaf dipping method is not suitable for synergistic with piperonyl butoxide (PB) due to different methods were applied to the DBM.

Key words：*Plutella xylostella*, BPU-type insect growth regulators, Resistance, IRAC Method No. 7, Leaf dipping method.

---

1. Contribution No.1941 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Senior Entomologist and Assistant Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

INTRODUCTION

Insecticide resistance has become a serious problem in the IPM program. Many investigators and organizations have proposed resistance management in the application of insecticides. In dealing with this problem, IRAC(Insecticide Resistance Action Committee) in fulfilling its aim of providing expert advice to GIFAP has suggested nine testing methods on the susceptibilities of the insecticide/acaricide[8]. Amongst them, the IRAC Method No. 7 (leaf dipping method) proposed for leaf-eating larvae of Lepidoptera species, particular for cotton, vegetable and field crops, is suitable for testing organophosphates, carbamates, pyrethroids, organochlorines and insect growth regulators (IGRs). The spray tower method is mimic to the real field spray and has been frequently used for studying the insecticide resistance, but the leaf dipping method is more convenient to work with in resistance study, particularly on stomach poison insecticides. We would like to validate the leaf dipping method for BPU-type IGRs on Taiwan's resistant diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* L.

MATERIALS AND METHODS

Insecticides used:

Ⅰ. For both the dipping and the spraying tests:

Chlorfluazuron (CFA), 5 % EC (Ishihara Sangyo Kaisha Limited), Teflubenzuron (TFB), 15 % SC (Celamerck GmbH & Co. KG), Hexaflumuron (HXF), 10 % EC (DowElanco) , Flufenoxuron (FFO), 10 % EC (Shell International Chemical Company Limited).

Ⅱ. For the HPLC residue analysis:

CFA, 99.3 % standard (Ishihara Sangyo Kaisha Limited), TFB,98.4 % standard (Celamerck GmbH & Co, KG), HXF, 99.6 % standard (DowElanco), FFO, 97.6 % standard (Shell International Chemical Company Limited).

Synergist and other chemicals :

Piperonyl butoxide (PB) 50 % EC, was formulated by mixing 50ml PB with 5 ml Paracol-L (emulsifier), 5 ml Paracol-MBK (emulsifier) and 40 ml xylene.

Acetonitrile (Uvasol grade) used for HPLC analysis was purchased from Merck. Triton X-100 used for leaf dipping solution was purchased from Sigma Chemical Company.

Insects: Four strains of DBM were used for the test, and they were:

Ⅰ. Susceptible strain-Taiwan native I-lan (IL) strain.

Ⅱ. Resistant strains:

i. RS1-with previous TFB usage record.

ii. RS2-with previous TFB and CFA resistance record.

iii. RS3-from CFA selection field.

Apparatus and instruments :

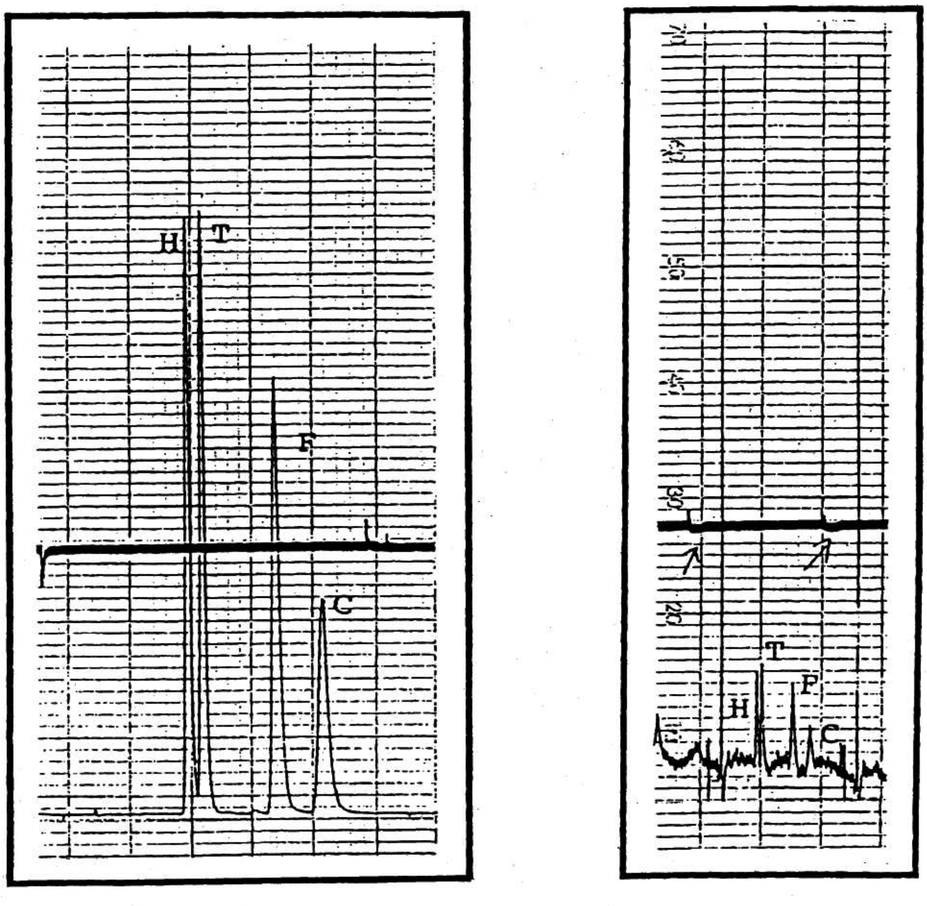
High performance liquid chromatography (Gilson) and Burkard Potter Spray Tower were used for the test. Other apparatus used were as described in IRAC Method No.7[8].

BPU residue analysis：

Celamerck Document No. 13406-522-02[1] was adopted for all 4 BPUs residue analysis, and the HPLC analytic conditions were as follows: (1) column:Merck RP-18, 25cm, (2) mobile phase: acetonitrile/water= 65/35, (3) flow rate:2ml/min, (4) pressure: 1,500 psi, and (5) retention times: 3.9, 4.4, 6.7 and 8.1 minutes for HXF, TFB, FFO and CFA, respectively (Fig.1).

Analysis conditions:

Column: RP-18 Merck, 25cm
Mobile phase: Acetonitrile/water(65/35)
Flow rate: 2 ml/min
Pressure: 1,500psi



(a) Chart speed=5 mm/min (b) Chart speed= 2 mm/min

Fig. 1. HPLC determination of 4 BPUs deposition on the cabbage leaf discs
(a) Separation of hexaflumuron (H), teflubenzuron (T), flufenoxuron (F) and chlorfluazuron (C) (Retention times: 3.9, 4.4, 6.7 and 8.1 min)
(b) Determining the detection limit at 5 ng-per BPU

Bioassay methods：

I. Spray Tower method[2,3]: 1 ml of insecticide solution was pipetted into the holding tube of Burkard Potter Spray Tower and sprayed on leaf disc. After air-dried, the leaf disc was inverted and loaded with fifteen 3rd instar DBM larvae, and sprayed with another milliliter of the same insecticide solution. Treated insects and leaf disc were transferred into a petri dish and covered with a half-folded tissue paper before putting on lid. Total of 60 larvae in 4 subsets were treated for each dosage. The post-treatment holding condition was controlled at 25°C in a constant temperature growth chamber. The leaf disc used was 24 cm^2 and changed to a fresh untreated leaf disc at the end of 48 hours, hence the BPU-treating period was fixed at 48 hours.

II. Leaf dipping method (IRAC Method No.7): After several preliminary trials, the BPU dipping solutions were diluted at concentration increment of 10-fold. For the susceptible strain, the dilutions were(1) CFA: 1.67, 0.167, 0.0167 and 0.00167ppm, (2) TFB: 5.0, 0.5, 0.05 and 0.005ppm, (3) HXF: 3.33, 0.333, 0.0333 and 0.00333ppm, and (4) FFO: 3.33, 0.333, 0.0333 and 0.00333ppm.

III. In testing the resistant DBM, the BPU solutions were also set at 10-fold increment except HXF, and they are (1) CFA: 500, 50, 5 and 0.5ppm, (2) TFB:1500, 150, 15 and 1.5ppm, (3) HXF: 64, 16, 4 and ppm, and (5) FFO: 1000, 100, 10 and 1ppm.

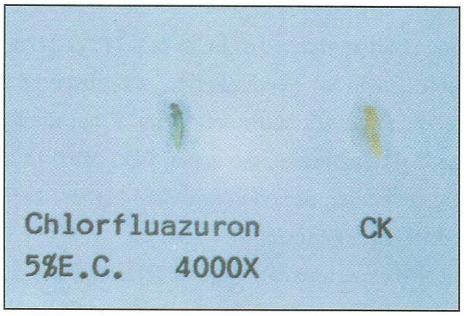
IV. Leaf discs were cut by a stainless steel sampler from cabbage leaves which were washed and air-dried, and the diameter of leaf disc was 3.5 cm. Total of 5 leaf discs were prepared for each dosage and leaf discs were dipped for 5 seconds in BPU solutions containing 333 ppm Triton X-100 then left to air-dry. For control test, cabbage leaf discs were dipped in distilled water with 333 ppm Triton X-100 only and were then air-dried on wire racks. In each petri dish, three leaf discs were used at the beginning, and changed to the other two treated leaf discs at 48-hour interval until pupation. Before using, treated leaf discs were stored in a plastic bag at 5°C. Total of sixty DBM larvae in 4 subsets were subjected to each BPU dosage.

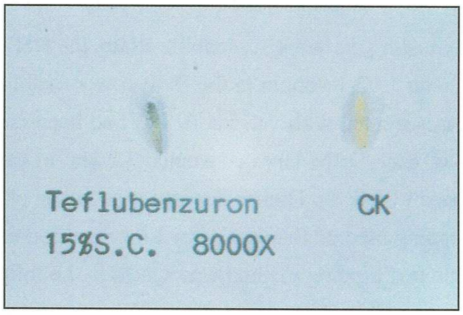
V. The synergist treatment: To measure the synergistic effect of PB on BPUs, mixing ratio of 1: 5 for BPU: PB was used for all the synergistic tests.

VI. Definition of replicates in this study is the same as that defined by Robertson and Preisler[12]: "unless each group of treated with any concentration is treated with a fresh formulation, and (to be absolutely sure) at a different time; it is not a separate replicate" and related discussions.

Response assessment:

The assessments were made at 24, 48, 72, 96 and 120 hours after the start of treatment. Both the dead and the affected (pupae abnormality, Fig.2) were included in the percent of response (mortality). Analysis was made by correcting with control first, and then analyzed by probit[6]. If the mortality in control was over 8 %, the test was abandoned and repeated.





(a) chlorfluazuron (b) teflubenzuron

Fig. 2. Abnormal pupation (left) compared to normal pupation (right) after treated with BPUs

Antibiotic treatment:

Occasionally, the field-collected DBM strains were affected by diseases, which caused high mortality in the propagated population or testing. When this happened, the antibiotic treatment is helpful to reduce the problem. By adding 300ppm tetracycline-HCl in BPU solutions, the disease of DBM can be reduced while causing no interference in the BPU-susceptibility determination.

RESULTS

Based on Celamerck Document No. 13406-522-02, TFB residue analysis method was satisfactory in analyzing three other BPUs i.e., CFA, HXF and FFO. The average weight of cabbage leaf used was 0.0436g/ cm^2 and was determined in 6 replicates. Recoveries of the above 4 BPUs from treated cabbage leaves were 67±11.0, 73±7.5, 70±8.6 and 77±5.1 % for TFB, CFA, HXF and FFO, respectively.

The BPU-deposition resulted from dipping was 0.70-1.12μg/cm^2 comparing with that of 0.28-0.33 μg/cm^2 by spraying (Table 1). In other words, the BPU deposition on leaf disc was 3.29-fold higher by dipping than spraying. The BPU deposition study was performed with BPU solutions of 100ppm, and the correlation between applied concentration and the deposited dosage i.e., the deposition factor K, were given in Table l. Hence, the BPU deposition of other concentration can also be estimated.

Table 1. The BPU dose on leaf disc by either spraying or dipping treatment with 100 ppm BPU solution, determined by the HPLC analysis[z]

BPUs	Spraying(X)	Dipping(Y)	X/Y×100 %	K
	(μg/cm^2 leaf±S.E.)			
CFA	0.28±0.025	0.890±0.102	31.5 %	0.890
TFB	0.23±0.012	0.700±0.106	32.9 %	0.700
HXF	0.33±0.023	1.127±0.202	29.2 %	1.127
FFO	0.30±0.023	1.080±0.138	27.8 %	1.080
			Mean = 30.4±2.3 %	

[z] The correlation of the BPU dose on leaf-disc by spray(X) and dipping (Y) :
Y=F(X)=- 0.34594 + 4.5472X
Coeff. of determin.(R^2)= 0.94963
Coeff. of correl.(R)= 0.97449
S.E. of estimation = 0.53913
K=μg/cm^2/ppm

By testing the same susceptible strain, the leaf dipping method resulted in LC_{50}s of 0.119-0.242ppm comparing with 1.02-1.96ppm in the spray tower method (Table 2). No anti-feeding effect was observed since the leaf discs treated with various BPUs had been consumed as that of control treatment. From third instar to pupation, each DBM larva consumed 3.2 cm^2 of cabbage leaf disc, hence, the actual LD_{50} of BPUs could be calculated (Table 3). Higher deposition together with longer feeding period contributed higher sensitivity of leaf dipping method than the spray tower method on the BPU dosage scale.

The leaf dipping method was tested in the following two experiments：first, to determine the sensitivity of the susceptible DBM to 4 assigned BPUs and second, to test the applicability in detecting BPU-resistance in three DBM strains (RS1, RS2 and RS3). For each DBM strain and every assigned BPU, test was conducted in 5 to 7 replicates, usually in two generations. This is not a particular concern in the susceptible strain, but the

decline of BPU-resistance in the field-collected strains may cause problem. In two consecutive generations, the decline of BPU-resistance is minimum[3], hence the results were analyzed together. The original LC_{50}s, their 95 % fiducial limits and dosage response slopes of all 4 DBM strains were listed in appendixes 1-4. The LC_{50} data were collectively summarized (Table 4) for discussion.

Table 2. Susceptibilities of the suseptible DBM to 4 assigned BPUs determined by two different treating methods

BPUs	LC_{50} in ppm, Mean±S.D	
	Leaf dipping method	Spray tower method
CFA	0.119±0.108	1.96±1.86
TFB	0.129±0.072	1.05±0.81
HXF	0.242±0.213	1.02±0.56
FFO	0.234±0.188	1.21±1.04

Table 3. Estimated LD_{50}s of 4 BPUs in the susceptible and 3 resistant strains of DBM

Strains	LD_{50} (ng/larva)[z]			
	CFA	TFB	HXF	FFO
Susceptible	3.39	2.89	8.72	8.09
RS1	159.99	933.69	143.48	521.64
RS2	114.15	222.34	207.44	393.81
RS3	1,315.21	1,903.20	392.94	6,643.08

[z]Calculated on base of 3.207 cm^2/larvae, feeding period was from 3rd instar to pupation.

Table 4. The summarized analysis of LC_{50}s of the susceptible and 3 resistant DBM strains

Strains	LC_{50} in ppm, Mean ±S.D.			
	CFA	TFB	HXF	FFO
Susceptible strain	0.119±0.108	0.129±0.072	0.242±0.213	0.234±0.188
RS1	5.62±3.24	41.70±29.30	3.98±1.25	15.10±4.87
RS2	4.01±4.89	9.93±6.67	5.74±4.59	11.40±12.60
RS3	46.20±48.70	85.00±80.30	10.90±6.05	192.30±222.60

The LC_{50}s of susceptible DBM to 4 assigned BPUs were measured at 0.119, 0.129, 0.242 and 0.234 ppm for CFA, TFB, HXF and FFO, respectively (Table 5). The distribution of 4 BPUs' susceptibilities and their standard deviation in the susceptible strain were close to a factor of 2 in both 95 % and 99 % upper fiducial limits. When multiply an agreed constant, it is possible to set a detection threshold in leaf dipping method for monitoring the BPU-resistance in DBM.

The reproducibility of leaf dipping method was examined by testing the same susceptible strain at 6 generations later, and the re-determined LC_{50} of 4 BPUs (Table 6) all fit into the original fiducial limits (Table 5), hence, the result of first experiment is satisfactory. Several previously reported LC_{50}s of BPUs in susceptible DBM strains (Table 7) were also comparable to the results of this study.

In the second experiment, LC_{50}s of 3 resistant strains (RS1, RS2 and RS3) were determined at 3.98 to 192.3 ppm for the four BPUs (Table 4), which were significantly higher than those of susceptible strain. The Student's t-distribution test was then used to justify the separation from the susceptible strain (Table 8). Except the RS2/chlorfluazuron test was on the edge of 95 % confidence, all other comparison indicated that leaf dipping method can positively verify BPU-resistance in resistant strains.

Table 5. Mean and fiducial limits of BPU susceptibilities in the susceptible DBM in the n generation

BPUs	BPU susceptibility (LC_{50}, in ppm)	
	Mean	95 % Fiducial limits
CFA	0.1193	0.01971～0.21887
TFB	0.1294	0.06250～0.19636
HXF	0.2421	0.04487～0.43941
FFO	0.2339	0.06041～0.40731

Table 6. Mean and fiducial limits of BPU susceptibilities determined in the n+6 generation of the susceptible DBM

BPUs	BPU susceptibility (LC_{50}, in ppm)	
	Mean	95 % Fiducial limits
CFA	0.103	0.0757～0.1388
TFB	0.177	0.1313～0.2372
HXF	0.211	0.0545～0.5689
FFO	0.125	0.0789～0.1888

Table 7. Comparison of BPU susceptibilities of DBM in published literatures

Strains	BUP susceptibilities, LC_{50} in ppm				References
	TFB	CFA	HXF	FFO	
Susceptible					
Perng-FS	0.068	0.12	—	—	Perng *et al.*(1988)
Syed-suscept.	0.46	0.057	—	—	Syed(1992)
Kobayashi-suscept.	—	0.1	0.15	—	Kobayashi *et al.*(1992)
Fauziah-FS	0.018	0.015	0.043	0.008	Fauziah & Wright(1991)
Field susceptible					
Perng-MD	0.14	0.15	—	—	Perng *et al.*(1988)
Kobayashi-BBT	—	13.0	—	—	Kobayashi *et al.*(1992)
-BK	—	1.4	—	—	
Fahmy-TL	0.74	0.99	—	—	Fahmy *et al.*(1991)
-BK	0.41	1.03	—	—	
Fahmy-TL	—	1.02	—	—	Fahmy and Miyata(1992)
-BK	—	0.57	—	—	
TARI-susceptible					
-IL	0.1294	0.1193	0.2421	0.2339	(Table 6)

Table 8. Student's t-distribution test (independent) of LC_{50} between the susceptible and 3 resistant DBM strains

Resistant strain	Susceptible strain			
	CFA	TFB	HXF	FFO
RS1	RS1 vs.S t = 4.571 df = 10 p = 0.00102	RS1 vs.S t = 3.785 df = 11 p = 0.00302	RS1 vs.S t = 7.869 df = 10 p = 0.00002	RS1 vs.S t = 8.210 df = 10 p = 0.00000
RS2	RS2 vs.S t = 2.106 df = 12 p = 0.05700	RS2 vs.S t = 3.886 df = 12 p = 0.00216	RS2 vs.S t = 3.167 df = 12 p = 0.00812	RS2 vs.S t = 2.368 df = 11 p = 0.03730
RS3	RS3 vs.S t = 2.520 df = 11 p = 0.02840	RS3 vs.S t = 2.815 df = 11 p = 0.01680	RS3 vs.S t = 4.703 df = 11 p = 0.00064	RS3 vs.S t = 2.330 df = 10 p = 0.04204

The LC_{50}s of the susceptible DBM strain of this study can serve as a reference for other monitoring program with no susceptible strain as its standard from the following observations: (1) the LC_{50}s (Table 5) are comparable to other susceptible DBMs (Table 7), (2) the IL-strain which was collected before the BPUs registration in Taiwan had proven with no BPU-resistance, and (3) if the monitored DBM had a susceptibility similar to that of the IL-strain, BPU should be effective in the field.

From the BPU-resistance information gathered in 3 field-collected DBM strains, HXF suffered the least BPU-resistance. By a closer examination of b-value (slope) in probit analysis (Table 9 and Appendix 5), higher b-value was observed in HXF. The significance of this slope shift was confirmed in the LSD test (Table 10). Higher b-value of HXF in the resistant DBM strains indicated smaller resistance ratio at the higher mortality

range, for example the LC_{90}. It is meaningful in the field practice since farmers only concern about the mortality level above 90 %. Nevertheless, HXF did meet resistance in DBM as other BPUs.

Table 9. The summarized analysis of b-value (slope) of the susceptible and 3 resistant DBM strains

Strains	b-value, Mean±S.D.			
	CFA	TFB	HXF	FFO
Susceptible strain	0.836±0.48	0.861±0.32	0.994±0.62	0.971±0.37
RS1	0.850±0.19	0.540±0.10	1.426±0.24	0.576±0.13
RS2	0.650±0.18	0.645±0.14	1.398±0.26	0.614±0.12
RS3	0.715±0.25	0.465±0.05	1.383±0.34	0.482±0.03

Table 10. The LSD analysis of b-value of BPU susceptibilities of the susceptible and 3 resistant DBM strains

Strains	Least Significant Difference			
	Statistical parameters	b-value difference		
Susceptible strain	F-ratio=0.1967 F-prob.=0.8976	no difference in b-values		
RS1	Error mean square=0.0310	Mean	Sample size	Separation
	df=17, Alpha level=0.05	0.540(FFO)	6	a
	Harmonic average sample size=5.22	0.576(TFB)	5	a
	Table value from Student's t=2.11	0.850(CFA)	5	b
	LSD value=0.2299	1.426(HXF)	5	c
RS2	Error mean square=0.0355	Mean	Sample size	Separation
	df=23, Alpha level=0.05	0.614(FFO)	6	a
	Harmonic average sample size=6.72	0.645(TFB)	7	a
	Table value from Student's t=2.069	0.650(CFA)	7	a
	LSD value=0.2126	1.398(HXF)	7	b
RS3	Error mean square=0.0499	Mean	Sample size	Separation
	df=19, Alpha level=0.05	0.465(TFB)	6	a
	Harmonic average sample size=5.71	0.482(FFO)	5	a
	Table value from Student's t=2.093	0.715(CFA)	6	a
	LSD value=0.2765	1.383(HXF)	6	b

No conclusive result can be reached in the piperonyl butoxide study by the leaf dipping method. Since PB treatment in most studies was conducted by treating insect topically rather than feeding, the leaf dipping method used here only treating insects through feeding may not be suitable for the PB synergistic study.

DISCUSSIONS AND CONCLUSION

Proposed leaf dipping method had been proven with higher sensitivity compared to the spray tower method, which was due to the higher BPU deposition and the longer treating period. Dipping method had been used by many BPU-resistance investigations[4,5,9,13] and the results were summarized for comparison (Table 7). In the susceptible strains, only Fauziah and Wright[5] obtained 5.6 to 29-fold higher sensitivity than other studies, but their experiment was conducted at 20°C (lower than others) by using the second instar larvae (instead of the third instar used by others), and the observation period was 17 days (longer than the 5-day period of others), which was significantly different from other studies. Similar phenomenon was observed when testing BPUs on Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, the sensitivity to IGRs mainly depends on the period of time after treatment, and higher activity was found on young larvae[10]. Perng *et al.*[11] and Kobayashi *et al.*[9] conducted experiments at 25°C with a 5-day observation after treatment, which were similar to the IRAC Method No. 7.

Field-collected susceptible strains in previous reports (Table 7) showed slightly higher LC_{50}s than the susceptible strain except Perng *et al.*[11] measured the Taiwan MD-native strain, which had almost the same susceptibility as the laboratory susceptible FS-strain. TARI tested a Taiwan native suseptible IL-strain and demonstrated the same susceptibility as that of MD-strain.

In conclusion, by adopting the leaf dipping method (IRAC Method No.7), the BPU sensitivities of the susceptible IL-strain DBM were equivalent or similar to the results of Perng *et al.*[11], Syed[13] and Kobayashi *et al.*[9], and also more sensitive than the field DBM strains of Kobayashi *et al.*[9] and Famhy and Miyata[4].

By adopting the IRAC Method No.7 in testing the field-collected BPU resistant strains (RS1-3), the LC_{50}s were statistically higher than that of susceptible IL-strain, and the BPU-resistance had been confirmed in those DBM strains.

During the experiment, no anti-feeding or dosage related feeding retardation was observed for BPU. Fisk and Wright[7] also reported no repellent action in testing acylurea on *Spodoptera exempta.*

Several BPU resistance studies claimed that the resistance stemmed from mixed function oxidases (MFO)[3,5,11]. Nevertheless, by mixing PB into BPU dipping solution resulted in inconsistent synergistic effect in this investigation. Since all previous studies conducted the PB treatment by either spraying or topical application rather than feeding, we doubted that through feeding only, the tratment may not be appropriate for measuring the synergistic action of PB.

ACKNOWLEDGEMENTS

This validation is authorized by the Field Crops and Vegetable Working Group, IRAC. The authors gratefully acknowledge Dr. R. Dutton, Dr. S. Uk, Dr. H. Buholzer, Dr. D. C. Twinn and Ciba-Geigy Company for their comments on this study as well as their sponsorship to read this paper in the second International Pesticide Conference in Kuala Lumpur, Malaysia, 24-26 April 1996. Thanks also due to Ms Su-bay Jean and Yen-ling Lu for their assistance in testing and insect rearing.

REFERENCES

1. Celamerck. 1982. Celamerck Document No. 13406-522-02.
2. Cheng, E.Y., D. F. Lin, T. C. Tsai and C. H. Kao. 1988. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* L. IX. The selective

metabolism of insecticides. J. Agric. Res. China 37: 328-339.

3. Cheng, E. Y., C. H. Kao and C. S. Chiu. 1990. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* L. X. The IGR-resistance and the possible management strategy. J.Agric. Res. China 39: 208-220.
4. Fahmy, A. R. and T. Miyata. 1992. Prolonged effect on pupae and adult of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Yponomeutidae) after larval treatment with chlorfluazuron. Appl. Entomol. Zool. 27: 349-354.
5. Fauziah, I. and D. J. Wright. 1992. Synergism of teflubenzuron and chlorfluazuron in an acylurea-resistant field strain of *Plutella xylostella* L.(Lepidoptera: Yponomeutidae). Pestic. Sci. 34: 221-226.
6. Finney, D. J. 1971. Probit Analysis. 3rd ed., Cambridge University Press, London. 333pp.
7. Fisk,T. and D. J. Wright. 1992. Comparative studies on acylurea insect growth regulators and neuroactive insecticides for the control of the armyworm, *Spodoptera exempta* Walk. Pestic. Sci. 35: 175-182.
8. IRAC.1990.Proposed insecticide/acaricide susceptibility tests developed by Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). Bull.OEPP 20: 389-404.
9. Kobayashi, S., S. Aida, M. Kobayashi and K. Nonoshita.1992. Resistance of diamondback moth to insect growth regulators. pp.383-390. In:"Proceedings of the Second International Workshop on Diamondback Moth and Other Crucifer Pest" (N.S. Talekar, Ed.), AVRDC, Tainan, Taiwan.
10. Malinowski, H. and M. Pawinska. 1992. Comparative evaluation of some chitin synthesis inhibitors as insecticides against Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Pestic. Sci. 35: 349-353.
11. Perng, F. S., M.C. Yao, C. F. Hung and C. N. Sun. 1988. Teflubenzuron resistance in diamondback moth (Lepidoptera : Plutellidae). J. Econ. Entomol. 81: 1277-1282.
12. Robertson, J. L. and H. K. Preisler. 1992. Pesticide Bioassays with Arthropods. pp.12-14. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
13. Syed, A. R. 1992. Insecticide resistance in diamondback moth in Malaysia. pp.437-442. in: "Proceedings of the Second International Workshop on Diamondback Moth and Other Crucifer Pests" (N.S. Talekar, Ed.), AVRDC, Tainan, Taiwan.

APPENDIX 1: The BPU-susceptibilities of susceptible DBM

BPUs	LC_{50} in ppm	95 % Fiducial limit	Slope±S.D.
CFA			
rep.1	0.040	0.021～0.079	0.613±0.088
rep.2	0.098	0.053～0.180	0.685±0.092
rep.3	0.273	0.153～0.485	0.822±0.103
rep.4	0.021	0.008～0.052	0.451±0.083
rep.5	0.256	0.187～0.351	1.910±0.234
rep.6	0.131	0.076～0.226	0.784±0.092
rep.7	0.016	0.008～0.032	0.590±0.084
TFB			
rep.1	0.139	0.090～0.214	1.063±0.110
rep.2	0.231	0.090～0.590	0.410±0.078
rep.3	0.053	0.030～0.093	0.753±0.092
rep.4	0.034	0.015～0.080	0.537±0.084
rep.5	0.180	0.099～0.326	0.852±0.135
rep.6	0.176	0.121～0.255	1.331±0.139
rep.7	0.093	0.061～0.143	1.082±0.113
HXF			
rep.1	0.180	0.097～0.332	0.665±0.085
rep.2	0.264	0.159～0.436	0.880±0.101
rep.3	0.035	0.017～0.075	0.575±0.085
rep.4	0.123	0.064～0.237	0.627±0.086
rep.5	0.374	0.252～0.556	1.292±0.158
rep.6	0.648	0.484～0.868	2.292±0.300
rep.7	0.071	0.038～0.135	0.627±0.084
FFO			
rep.1	0.338	0.214～0.535	1.034±0.115
rep.2	0.231	0.131～0.406	0.764±0.093
rep.3	0.076	0.034～0.168	0.498±0.081
rep.4	0.589	0.321～1.081	0.772±0.098
rep.5	0.096	0.064～0.145	1.383±0.188
rep.6	0.061	0.036～0.103	0.797±0.092
rep.7	0.246	0.171～0.356	1.549±0.187

APPENDIX 2： The BPU-susceptibilities of resistant DBM strain 1 (RS1)

BPUs	LC_{50} in ppm	95 % Fiducial limit	Slope±S.D.
CFA			
rep.1	3.0	1.6～ 5.6	0.766±0.097
rep.2	2.5	1.4～ 4.5	0.776±0.098
rep.3	4.8	2.5～ 9.4	0.641±0.087
rep.4	7.6	4.7～ 12.3	0.906±0.100
rep.5	10.2	6.7～ 15.3	1.160±0.120
TFB			
rep.1	11.7	3.9～ 34.9	0.388±0.078
rep.2	52.9	25.7～108.8	0.534±0.078
rep.3	92.7	52.0～165.0	0.718±0.087
rep.4	45.2	22.2～ 92.0	0.546±0.080
rep.5	21.5	9.7～ 47.5	0.506±0.080
rep.6	26.2	12.6～ 54.7	0.545±0.081
HXF			
rep.1	2.1	1.3～ 3.5	1.096±0.162
rep.2	4.5	3.2～ 6.5	1.492±0.182
rep.3	4.2	3.0～ 5.8	1.763±0.220
rep.4	5.5	3.8～ 7.9	1.453±0.177
rep.5	3.6	2.4～ 5.3	1.324±0.173
FFO			
rep.1	7.6	2.8～ 20.4	0.400±0.097
rep.2	16.3	9.0～ 29.6	0.652±0.107
rep.3	20.5	10.9～ 38.4	0.606±0.106
rep.4	13.5	5.9～ 31.1	0.475±0.078
rep.5	17.5	10.0～ 30.6	0.747±0.090

APPENDIX 3：The BPU-susceptibilities of resistant DBM strain 2 (RS2)

BPUs	LC_{50} in ppm	95 % Fiducial limit	Slope±S.D.
CFA			
rep.1	0.2	0.1～ 1.2	0.345±0.058
rep.2	1.7	1.4～ 5.2	0.709±0.086
rep.3	1.1	0.4～ 3.2	0.516±0.081
rep.4	0.1	0.0～ 0.5	0.581±0.159
rep.5	3.7	2.2～ 6.2	0.892±0.104
rep.6	13.9	7.0～27.6	0.717±0.097
rep.7	6.4	3.6～11.3	0.789±0.096
TFB			
rep.1	0.6	0.1～ 3.1	0.486±0.086
rep.2	3.4	1.1～10.3	0.493±0.080
rep.3	6.4	2.7～15.6	0.534±0.079
rep.4	18.3	9.6～34.9	0.649±0.086
rep.5	10.6	5.9～19.0	0.778±0.096
rep.6	14.4	8.1～25.6	0.731±0.090
rep.7	15.8	9.4～26.3	0.834±0.096
HXF			
rep.1	1.3	0.9～ 1.9	1.349±0.178
rep.2	3.1	2.2～ 4.5	1.131±0.133
rep.3	1.8	1.2～ 2.8	1.045±0.138
rep.4	2.6	1.9～ 3.6	1.816±0.245
rep.5	12.5	9.2～17.0	1.438±0.269
rep.6	8.7	6.5～11.6	1.422±0.174
rep.7	10.2	7.8～13.3	1.586±0.187
FFO			
rep.1	3.8	1.7～ 8.2	0.626±0.083
rep.2	2.4	0.8～ 7.1	0.477±0.077
rep.3	0.8	0.2～ 3.1	0.495±0.083
rep.4	8.1	4.0～16.2	0.626±0.085
rep.5	32.3	14.4～72.5	0.618±0.090
rep.6	21.2	12.1～37.2	0.839±0.103

APPENDIX 4： The BPU-susceptibilities of resistant DBM strain 3 (RS3)

BPUs	LC_{50} in ppm	95 % Fiducial limit	Slope±S.D.
CFA			
rep.1	104.4	66.8～163.3	0.915±0.112
rep.2	112.3	38.6～326.3	0.374±0.074
rep.3	24.5	12.2～ 49.3	0.491±0.076
rep.4	3.4	2.2～ 5.4	1.040±0.119
rep.5	15.7	8.9～ 27.6	0.706±0.086
rep.6	16.8	9.8～ 28.9	0.766±0.090
TFB			
rep.1	136.0	67.8～272.8	0.510±0.078
rep.2	112.5	43.9～287.7	0.364±0.074
rep.3	208.5	89.4～485.9	0.435±0.076
rep.4	17.9	8.1～ 39.7	0.514±0.081
rep.5	15.6	6.4～ 38.0	0.460±0.079
rep.6	19.2	8.6～ 42.7	0.504±0.080
HXF			
rep.1	19.0	14.2～ 25.3	1.460±0.153
rep.2	17.1	12.4～ 23.5	1.244±0.134
rep.3	12.0	7.6～ 19.0	0.789±0.114
rep.4	5.1	3.5～ 7.4	1.439±0.176
rep.5	5.8	4.1～ 8.3	1.526±0.183
rep.6	6.6	4.8～ 9.1	1.840±0.219
FFO			
rep.1	196.2	81.6～471.5	0.445±0.078
rep.2	576.0	210.9～1573.5	0.478±0.082
rep.3	88.8	40.7～193.8	0.453±0.077
rep.4	48.3	22.7～103.0	0.502±0.061
rep.5	52.4	25.4～108.1	0.531±0.062

Appendix 5 : The probit slopes (b-value) of the susceptible and 3 resistant DBM strains to BPUs

Strains	b-value			
	CFA	TFB	HXF	FFO
Susceptible strain	0.613	1.063	0.665	1.034
	0.685	0.410	0.880	0.764
	0.822	0.753	0.575	0.498
	0.451	0.537	0.627	0.772
	1.910	0.852	1.292	1.383
	0.784	1.331	2.292	0.797
	0.590	1.082	0.627	1.549
RS1	0.766	0.388	1.096	0.400
	0.776	0.534	1.492	0.652
	0.641	0.718	1.763	0.606
	0.906	0.546	1.453	0.475
	1.160	0.506	1.324	0.747
	—	0.545	—	—
RS2	0.345	0.486	1.349	0.626
	0.709	0.493	1.131	0.477
	0.516	0.543	1.045	0.495
	0.581	0.649	1.816	0.626
	0.892	0.778	1.438	0.618
	0.717	0.731	1.422	0.839
	0.789	0.834	1.586	—
RS3	0.915	0.510	1.460	0.445
	0.374	0.364	1.244	0.478
	0.491	0.435	1.789	0.453
	1.040	0.514	1.439	0.502
	0.706	0.460	1.526	0.531
	0.766	0.504	1.840	—

應用 IRAC Method No. 7 (葉片浸藥法)偵測小菜蛾對 BPU 類生長調節劑抗性之研究[1]

鄭　允　高靜華[2]

摘要：本研究係比較 IRAC（Insecticide Resistance Action Committee）之建議方法，IRAC Method No. 7（葉片浸藥法），與噴霧塔兩種方法測試小菜蛾對 BPU 類生長調節劑抗藥性之差異。葉片之沾藥量方面，葉片浸藥法高出噴霧塔法 3.29 倍。葉片浸藥法之測試時間爲三齡蟲至化蛹，較一般噴霧塔方法之 48 小時爲長，未發現小菜蛾對 BPU 類生長調節劑處理之葉片有拒食現象。由於葉片浸藥法採用較高的處理濃度與較長的測試時間，所得到之感度也比噴霧塔法更高。

以葉片浸藥法測試感性與抗性品系小菜蛾對 chlorfluazuron、teflubenzuron、hexaflumuron 及 flufenoxuron 四種 BPU 類生長調節劑感度，並以感性品系測試間隔六代之 LC_{50} 差異，以確認此一方法之重現性。經以 Independent Student's t-test 分析，證實葉片浸藥法適用於小菜蛾對 BPU 類生長調節劑抗藥性之檢測，感性品系小菜蛾與供試之 3 個抗性品系小菜蛾 LC_{50} 在 95 %之信賴區間有顯著差異，因而可檢出抗性。

四種供試之 BPU 類生長調節劑中，除 hexaflumuron 須以 4～5 倍之濃度間隔測試外，餘均以 4 至 5 個連續稀釋十倍之藥劑濃度測試，葉片浸藥法可有效檢測小菜蛾對 BPU 類生長調節劑之抗藥性。因 IRAC Method No.7 係以餵食處理，不適用於 BPU 類生長調節添加協力劑 piperonyl butoxide（PB）之測試。

關鍵詞：小菜蛾、BPU 類生長調節劑、抗藥性、IRAC Method No. 7、葉片浸藥法。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1941 號。
2. 本所應用動物系研究員及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：159～163（1998）

臺灣革翅目（昆蟲綱）名錄[1]

周樑鎰[2]

摘要:本名錄羅列臺灣產革翅目 2 亞目、6 科、28 屬、49 種之學名。

關鍵詞：革翅目、名錄、臺灣。

Order DERMAPTERA
Suborder CATADERMAPTERA
Family CARCINOPHORIDAE

Genus *Anisolabis* Fieber

Anisolabis maritima (Bonelli, 1832) (4,5)

Genus *Carcinophora* Scudder

Carcinophora kawakamii (Shiraki, 1928) (4,5)

Genus *Euborellia* Burr

Euborellia annulipes (Lucas, 1847) (4)
Euborellia plebeja (Dohrn, 1863) (4,9)

Genus *Gonolabis* Burr

Gonolabis cavaleriei (Borelli, 1921) (2,4,5)
Gonolabis formosae (Borelli, 1927) (4,5)
Gonolabis marginalis (Dohrn, 1864) (1,4,5,9)

Family LABIDURIDAE

Genus *Labidura* Leach

Labidura japonica (de Haan, 1842) (5)

Genus *Nala* Zacher

Nala lividipes (Dufour, 1820) (4,5,9)

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1942 號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

Family PYGIDICRANIDAE

Genus *Cranopygia* Burr

Cranopygia okunii (Shiraki, 1928) (4,5)
Cranopygia sauteri (Burr, 1912) (4,5)

Genus *Diplatys* Serville

Diplatys flavicollis Shiraki, 1907 (4,5)
Diplatys reconditus Hincks, 1955 (4,5,9)
Diplatys shirakii Nishikawa, 1973 (4,5)

Genus *Echinosoma* Serville

Echinosoma formosanum Hincks, 1959 (4,5)
Echinosoma sumatranum (de Haan, 1842) (2,4,5)

Genus *Parapsalis* Borelli

Parapsalis infernalis (Burr, 1913) (5)

Suborder EUDERMAPTERA

Family CHELISOCHIDAE

Genus *Proreus* Burr

Proreus simulans (Stål, 1860) (1,4,5)

Genus *Schizochelisoches* Steinmann

Schizochelisoches formosanus (Burr, 1912) (4,5)

Family FORFICULIDAE

Genus *Allodahlia* Verhoeff

Allodahlia bispina Bey-Bienko, 1959 (4)
Allodahlia scabriuscula (Serville, 1839) (2,4,5,7,8)

Genus *Anechura* Scudder

Anechura crinitata (Shiraki, 1905) (4,5)

Genus *Apterygida* Westwood

Apterygida tuberculosa Shiraki, 1928 (4,5)
Apterygida tumida Shiraki, 1928 (4,5)

Genus *Chaetocosmia* Nishikawa

Chaetocosmia taiwanica Nishikawa, 1973 (4,5)

Genus *Elaunon* Burr

Elaunon bipartitus (Kirby, 1891)[4,5]

Genus *Eparchus* Burr

Eparchus forcipatus (de Haan, 1842)[4,5]
Eparchus insignis (de Haan, 1842)[4,8]
Eparchus simplex (de Bormans, 1894)[5,6]

Genus *Eutimomena* Bey-Bienko

Eutimomena paradoxa Bey-Bienko, 1970[4,5]

Genus *Forficula* Linnaeus

Forficula greeni Burr, 1901[4,5]
Forficula harberei Burr, 1905[4,5]
Forficula planicollis Kirby, 1891[4]

Genus *Mesolabia* Shiraki

Mesolabia niitakaensis Shiraki, 1905[4,5]

Genus *Paratimomenus* Steinmann

Paratimomenus flavocapitatus (Shiraki, 1905)[1,4,5,9]
Paratimomenus incognitus Steinmann, 1993[6]

Genus *Pterygida* Verhoeff

Pterygida ornaticapitata (Shiraki, 1928)[4,5]

Genus *Timomenus* Burr

Timomenus aeris (Shiraki, 1905)[4,5]
Timomenus inermis Borelli, 1915[2,4,5]
Timomenus iteratus Steinmann, 1982[4,5]
Timomenus komarovi (Semenov, 1901)[1,4,5,9]
Timomenus morsus Steinmann, 1982[4,5]
Timomenus shelfordi (Burr, 1904)[4,5]

Family LABIIDAE

Genus *Chaetospania* Karsch

Chaetospania bispinosa Shiraki, 1928[4,5]
Chaetospania thoracica (Dohrn, 1867)[4,5]

Genus *Nesogaster* Verhoeff

Nesogaster lewisi (de Bormans, 1903)[3,5]

Genus *Paralabella* Steinmann

Paralabella curvicauda (Motschulsky, 1863)[1,4,5]

Paralabella formosana (Shiraki, 1928)[4,5]

Genus *Spongovostox* Burr

Spongovostox semiflavus (de Bormans, 1894)[4]

引用文獻

1. Hirashima, Y. 1989. A check list of Japanese insects. 1：59-60. Kyushu University, Fukuoka, Japan.
2. Ma, W., and Y. Chen. 1992. Dermaptera：Pygidicranidae, Diplatyidae, Carcinophoridae, Labiduridae and Forficulidae. Insects of the Hengduan Mountains Region 1: 98-103. Science Press, Beijing. (in Chinese)
3. Sakai, S. 1989. Some interesting problems on Japanese Dermaptera with reference to the check list of Dermaptera of Japan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan. 44：151-155.
4. Sakai, S., X. W. Liu, and X. C. Zhang. 1994. Annnotated checklist of Dermaptera of China. Spec. Bull. Daito Bunka Univ. 45：5942-5946.
5. Steinmann, H. 1989. World catalogue of Dermaptera. Kluwer Academic Publishers. 934 pp.
6. Steinmann, H. 1993. Dermaptera Eudermaptera 2. Tierreich 108：1-714.
7. Zhang, X., W. Ma, and Y. Chen. 1992. Dermaptera：Forficulidae, Labiduridae, Diplatyidae, and Anisolabidae. pp. 114-118. *In*：Huang, F. (ed.). Insects of the Wuling Mountains Area, Southwestern China. Science Press, Beijing. 777 pp. (in Chinese)
8. Zhang, X., and C. Yang. 1993. Notes on the earwigs (Dermaptera) of Guizhou province. Entomotaxonomia 5(4)：252-254. (in Chinese)
9. Zhou, W., and X. Zhang. 1995. Dermaptera. pp. 79-83. *In*：Wu, H. (ed.). Insects of Baishanzu Mountain, Eastern China. China Forestry Publishing House, Beijing 586 pp. (in Chinese)

A Check List of Dermaptera (Insecta) of Taiwan[1]

Liang-Yih Chou[2]

Abstract：The present paper contains 2 suborders, 6 families, 28 genera and 49 species of Dermaptera (Insecta) from Taiwan.

Key words：Dermaptera, Check list, Taiwan.

1. Contribution No. 1942 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate Entomologist of the Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：164～178（1998）

氣輔桿式噴藥機之研製[1]

梁連勝　陸龍虎　顏秀榮[2]

摘要：氣輔桿式噴藥機由承載底盤系統與噴藥作業總成等二主要機構組成，並由 16 馬力柴油引擎驅動。本機之噴藥系統由五個支系統構成，使用每平公分五公斤之低壓進行作業，並藉流速每秒 20 公尺以上輔助氣流之協助，引導藥霧進入植株叢中，提高農藥在植株上之附著。本機使用 TeeJetXR11003VS 噴頭，經田間試驗分析，各噴頭之出水量相對於總平均±10 ％及相鄰噴頭出水量相對於兩者平均±5 ％之比較結果，均未超過標準。而悠關噴藥效果之藥液附著度，經利用水試紙檢測結果，分析藥液在葉表及株桿之附著情形，其附著度與標準圖鑑比較後，附著度達 70 ％以上者，佔總取樣數 90 ％以上；而葉背附著度達 40 ％以上者，亦佔總取樣數 90 ％以上。

關鍵詞：氣輔、桿式、噴藥機。

前　言

爲確保農業之生產與產業利潤，世界各國對農作物之保護莫不竭盡所能地開發各種新應用科技作爲因應。其中應用化學藥劑爲傳統的農作物病蟲害防治方法，唯當前日益精進之生物防治技術以及基因遺傳工程等則爲生物科技在農業之應用。回顧在化學藥劑施用範疇中，除了對藥劑配方不遺餘力地開發研製，以推陳出新、提高用藥效果外，新型、高效率的噴藥設施與機具亦持續地發展，兩者互為呼應，加速病蟲害防治施藥技術之進步。近年來有識之士有感於人類對地球環境與資源的過度取用與破壞，亟思爲保護人類永續生存之地球環境而努力。反觀我國的農業生產體系，本省一般農友對農作物之病蟲害防治作業習以洗藥爲尚，其用藥量實已超越了合理與經濟之原則，更遑論安全用藥與環境保護。同時所使用之器具與方法仍沿用近鄰日本之作業模式，噴霧時使用每平方公分 20 公斤之高壓，作業時農藥霧粒粒徑微細，致農藥飄移現象相當嚴重，相對地造成對鄰近環境之無形污染。Zhu[13]在其研究報告中分別指出，依據美國農部報告（USDA Economic Research Service 1990），近二十年來雖然農藥之使用有下降之趨勢，但據估計 1990 年比 1989 年在主要作物約增加 2 ％，其中殺草劑佔農用藥劑總量之 86 ％。很顯然地對環境、土壤及水資源造成污染（Pfalzer, 1993），基於病蟲害防治費用與環境污染之考量，基本上對農藥之使用應更精確與小心。病蟲害防治藥劑之應用在農業生產上扮演著十分重要之角色，而 90 ％之藥劑是以噴霧機來施用。在一百年前已應用之最基本施用方法，目前仍被使用在現代農場上。唯這種傳統施藥方法仍有潛在之問題存在，諸如農藥使用量之誤用、作業中操作者曝露於高濃度之化學藥劑及殘留稀釋液或清洗用水之處理等之風險。對傳統施藥機具而言，定期校正施藥量是必要的工作。據 USEPA 及 USDA 指出，使用適用施藥機具時，用藥量之誤差必須低於建議使用量之 5 ％。縱然如此，大多數之使用者仍無法按建議用量來用藥。據 Ozkan（1987）調查 32

1．臺灣省農業試驗所研究報告第 1943 號。
2. 本所農業工程系研究員兼主任、助理研究員、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

位使用者之結果，僅有七人用藥量低於±5 %，不符建議用藥量之 25 人中，有 1/3 用藥過量，其餘 2/3 爲用量不足；Rider and Dickey（1982）指出不正確之校正爲施用錯誤之最大原因。這些問題起因於作業速度錯誤、噴頭蝕損、不適當之過濾器及不正確之計量等。依據 Landers（1989）之調查指出，在折疊噴桿及清洗噴霧器傾倒廢水作業時，操作者係曝露在作業傷害之風險中。據 Hislop 等[4,5]指出，在 1885 年第一部氣輔噴霧機已應用在法國葡萄園。氣輔噴霧功能主要由氣流供應與噴霧兩系統職司其事，而氣流供應機構則由軸流風扇、承轉引導組件及氣囊等元件組成，以供應額定流速之穩定氣流。其作用係當由噴頭噴出之農藥霧粒與向下流動之高速氣流相遇時，藥霧被氣流吹送導引至作物株叢中；由於農藥霧粒在噴藥作業流程中，恆受輔助氣流之吹送與導引，故不受自然氣流之影響。由於氣輔噴霧技術與設備具有利用可控制氣流，以配合田間作物生長狀況，進行噴施作業，農藥霧粒藉氣流之引導，可穿透作物株叢，並利用氣流翻動作物葉片提高藥液在葉背之附著度，可增加病蟲害防治效果；同時藉輔助氣流之高動量，降低大自然天氣對噴藥作業之影響，可有效提高噴藥機械之田間作業效率 100～150 %，及降低農藥霧粒之漂移 50～90 %，具有減少農藥使用量之趨勢等優點，係目前較被廣爲推薦以減低農藥飄移之一種噴藥技術。爲徹底解決本省傳統噴藥作業之錯誤習慣，依據張等[2]之出國研習報告，渠等首度建議引進氣輔式噴霧機。本項技術雖非新觀念，但依據 Quanquin[7]之評估指出，氣流輔助減少噴霧飄移達 50～90 %，且可增加霧粒在作物或雜草之附著度。Taylor 與 Andersen[10]對 Hardi Twin System 應用扇形噴頭進行噴霧作業之探討結果，在 8.5m/s 之風速下使用氣輔噴霧之飄移量，相當於利用傳統無輔助氣流之噴霧機，在風速小於 4.5m/s 時作業之漂移量。Watson 與 Wolff[12]在其報導中指出，當地表有覆蓋植物時，在其株欉中藉氣流之吹送與導引，可有效改善植株整體之附著情形與附著均勻等作業效果。Panneton 等[6]在其研究指出，氣流速度對葉面附著情形影響最大，較高之氣流流速與流量，相對地增加葉面附著；該研究之結論爲應用高於 25m/s 及流量大於 0.9m³s/m 之輔助氣流進行作業，噴霧狀況最佳。蔡[3,11]與 Ozkan 在其研究中，以多因子變方分析選定輔助氣流之流速爲 40m/s、氣流量 1.7m³/s/m 及 15 度之氣流作業角度，可確保降低農藥飄移與減少供應氣流所需功率等較佳之效益。Smith 氏等[8]對氣流屏障之研究結果，以氣流截面寬 2.5 cm與氣流出口速度 7.1m/s 僅對自然風速低於 2.1m/s 時才有效，此一研究結論未作進一步評估，致影響早期氣流屏障在噴霧技術上之應用。歐美大型農場爲降低噴施農藥對環境造成之污染與危害，目前已朝向採用低壓噴施作業。爲了提高單位時間之作業效率，並以組合方式，加寬一次作業之涵蓋面；職是之故，桿式噴藥機應運而發展。

本省爲解決農作物病蟲害防治作業僱工困難之瓶頸，徹底改變農友使用農藥之習慣，降低農藥在農產品之殘留，及達成合理、經濟使用農藥之目標，稍早即致力於新型高性能噴藥機之開發，除由行政院農業委員會計畫補助引進高架式噴霧機，進行試驗研究外；緣據張等[2]之出國研習報告，農委會自國外引進曳引機承載式氣輔桿式噴霧器一套，配合稍早引進之高架式噴霧機進行田間試用與分析，並將兩型噴藥機之技術加以整合後，在 83－85 計畫年度內完成同類型油壓驅動之高架氣輔噴藥機壹部。唯所完成之大型油壓驅動式高架氣輔噴藥機，其龐大之機型在本省小區劃農田使用時較爲不便，效益不彰，市場潛力降低，國內農機廠商生產意願低落，勢需重行規劃與設計符合本省農田作業特性及單價較低之機型以爲因應。

材料與方法

爲因應本省目前農作物栽培作業之需求，利用近似高架之底盤，搭載柴油引擎作爲全機之動力，並將吸送水泵浦、噴桿及噴頭等噴藥用組件、軸流式鼓風機、氣囊、噴桿舉升機構等裝配在底盤上，形成氣輔桿式噴霧機之基本作業系統。本機之噴藥系統，採用 5 kg/cm² 之低作業壓力，以取代傳統20 kg/cm² 之高壓噴霧作業模式。本計畫於完成試驗用雛型機之研製後，即利用 Ohas 牌電子天秤、風速計、量杯、水試紙、電子試算表等進行田間試驗、資料蒐集與分析，同時對各單獨系統及整體機構進行

必要之修正與改良。

結　果

本研究計畫所開發之氣輔桿式噴藥機，其機構組成根據其作業功能別，可區分為承載機構用之本機底盤與噴藥作業總成兩大部份。其機構組成與配置，及試驗改良結果分別說明如後。

一、承載用本機底盤：

為配合本省小坵塊規劃農田作業需求及使用對象作物繁雜之作業特性，本型噴藥機之底盤採用對地淨空較大之近似高架底盤，其離地高度為 65 cm。底盤以方型鋼管及槽型鋼為材料焊製後，經磷酸淋洗鍍鋅處理加工，防止生銹以延長使用年限，減輕保養作業負荷。本機底盤靜置之長、寬及高之基本規格分別為 330 cm×194 cm×167 cm，在作業時展開噴桿之涵蓋總寬度為 673 cm。本型底盤使用四輪轉向與四輪傳動，其輪距、軸距分別為 120 及 123 cm；轉向機構採用油壓動力方向盤，轉向半徑 2.6 cm，操向作業輕易、靈活。四輪驅動底盤之設計，為克服在崎嶇地面行駛時，因地形高低之劇烈變化引起單一車輪懸空，導致失控現象，一般均以浮動式設計來承載車輪系統，唯其機構較傳統之結構複雜；本研究之輪軸承載系統仍以傳統之固定方式裝置，但軸距則經過分析與經驗之整合，實際作業時可避免上述現象之發生。

本機搭載水冷式 16 馬力之柴油引擎，作為全機作業動力之來源，其動力之傳導由引擎出力軸上之Ｂ型三角皮帶輪，藉三角皮帶分別將動力傳至變速箱（皮帶輪徑比為 3.5：8.5）及中繼軸（皮帶輪徑比為 3.5：3），而中繼軸又將動力傳送到軸流式鼓風機（皮帶輪徑比為 5：4）；變速箱之齒輪配置，計有主變速及副變速，低、中及高速與後退檔等不同速別，相關動力機構示意如圖 1 所示。本機之最

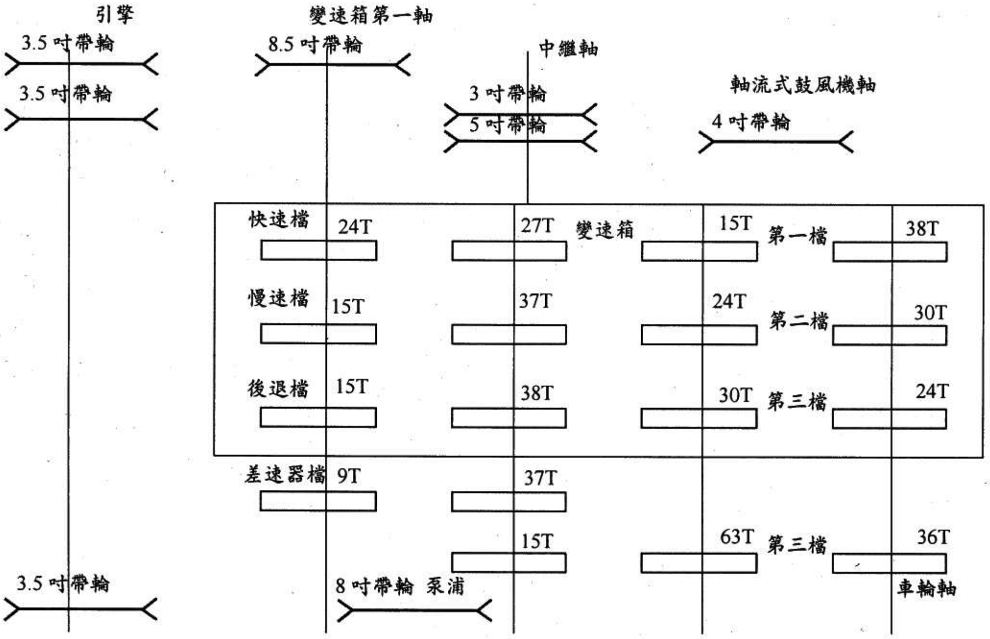


圖 1. 機構動力傳導示意

Fig. 1. View of the Power Transmission.

高與最低行走速度分別爲 12.76 km/hr 及 2.43 km/hr，後退速度則爲 4.89 km/hr 及 2.29 km/hr。

本機底盤使用 6.0×21 之橡膠輪胎，輪圈以厚鋼板裁切後加工焊接而成，無須使用特殊製造之水田專用車輪材料。輪軸之最終動力由（齒數比爲 9：37）差速器傳導至球座式萬向頭，再傳送到齒輪箱（齒數比爲 15：63：36）之終軸後，輸出至橡膠車輪軸。由於本機底盤使用橡膠輪胎，即使在路面高速行駛，亦無顛簸與搖擺之缺點。

二、噴藥作業總成：

噴藥系統爲本機之主要作業機構（如圖 2），該機構由噴頭、噴桿、氣囊機構、噴桿舉升裝置、噴藥管路系統、抽送水泵浦、強制攪拌器、抽水用底閥、節流閥及藥液箱等元件組成。

㈠噴桿系統：本噴藥機採用 TeeJet XR11003VS 扇形低壓噴頭，以 45 cm等距裝置在 15.9 mm管徑之不銹鋼噴桿上，計分爲五個分支管路，分別裝置在導氣槽前側邊緣上。在每一分支噴藥管路上安裝三只噴頭，自成一獨立之噴藥管路。中間一節之噴桿係與氣囊導槽固定聯結後，利用以氣囊材料作成之連接管與軸流式鼓風機形成一體，並以四連桿裝置承載於本機機架上，以便在作業中舉升或降低整體噴桿機構。左、右兩側之噴桿則以油壓缸連桿機構與中間一節噴桿，以樞鈕結構連結，藉油壓缸之伸縮完成兩側噴桿之展開與折疊。

㈡藥液供應系統：由物理牌 WL51 型柱塞式泵浦、過濾器、吸水底閥、高壓水管、制水閥等元件組成，制水系統具備一主控制節流閥，以直接控制自泵浦送出，供應五分支噴藥管路之 5 kg/cm^2 高壓藥液外，在各分支管路並有個別之獨立控制閥，達成多段控制藥液輸出之目標。水箱清水之補充作業，仍使用噴藥用之泵浦，以水箱中之殘餘水爲『引水母』，經泵浦抽取並送入底閥管路中，藉管路眞空作用將水抽入水箱中，約需二分鐘即可注滿水箱。在駕駛座後方水箱外側，浮貼水位標示尺規，可大致查知水箱中藥液之殘餘量；水箱則以玻璃纖維爲材料，容量爲 350 公升。藥液泵浦之作業轉速爲 960rpm，每分鐘之排水量爲 60 公升。

㈢軸流式送風裝置：以長 205 mm之扇葉 8 片組成外徑 605 mm之軸流式鼓風機主體，被覆鼓風機之外殼直徑爲 620 mm。爲調整氣流在氣囊涵蓋面分佈均勻性，在鼓風機出風口加裝導流扇葉。鼓風機與氣囊間，以總長具有相當裕度之連接導管連接；氣囊之外形爲上、下底圓直徑分別爲 500 mm及 250 mm之錐狀狹長開口袋，藉圓形尼龍繩崁於氣流導槽之滑槽上以爲固定。氣流導槽爲鐵板製作之梯形槽，其上、下底及高分別爲 85×15×110 mm。

㈣噴桿升降機構：噴桿之升降與折疊作業，係利用油壓機構來完成；本系統之動力由主機柴油引擎供應，系統元件採用久保田牌 KPU53 型油壓泵（液壓油容量爲 3 公升）及 230 mm×20 mm之油壓缸。作業中噴桿之升降範圍介於 65 cm與 112 cm之間，氣囊出風口之對地角度可由操作者視田間自然氣流速度變化，於作業中自行利用油壓缸逕行調整，以獲得最佳之作業環境，發揮氣輔式藉高速氣流攜帶霧粒，阻絕外界氣流之干擾，降低噴藥作業受自然氣流條件限制之窘境。

三、田間試驗結果與分析：

爲瞭解雛型噴藥機噴頭出水量之均勻性、葉表及葉背藥液附著度與輔助氣流速度及其流量分佈等基本作業性能，分別進行噴頭出水量測試分析、葉表及葉背藥液附著試驗調查及輔助氣流分佈特性檢測等田間試驗工作；同時爲確認本機在水田之作業性能，利用滿載之噴藥機在水稻田行駛，觀察其行駛機構之性能。各項試驗與觀察結果說明如後。

㈠噴頭出水量測試分析：

本機合計有五個分支噴藥管路，一分支管路裝置三個 TeeJetXR11003VS 扇形低壓噴頭，爲收集各單一噴頭在一分鐘內之出水量，在各噴頭外緣套上一節透明塑膠管，再利用 2,000 cc之燒杯在膠管出口承接，防止 5 kg/cm^2 低壓水噴出後濺散或互相干擾。經重復收集九次後，利用電子試算表進行分析與條狀誤差線圖之繪製，以分析各噴頭出水量與總平均出水量±10％誤差、

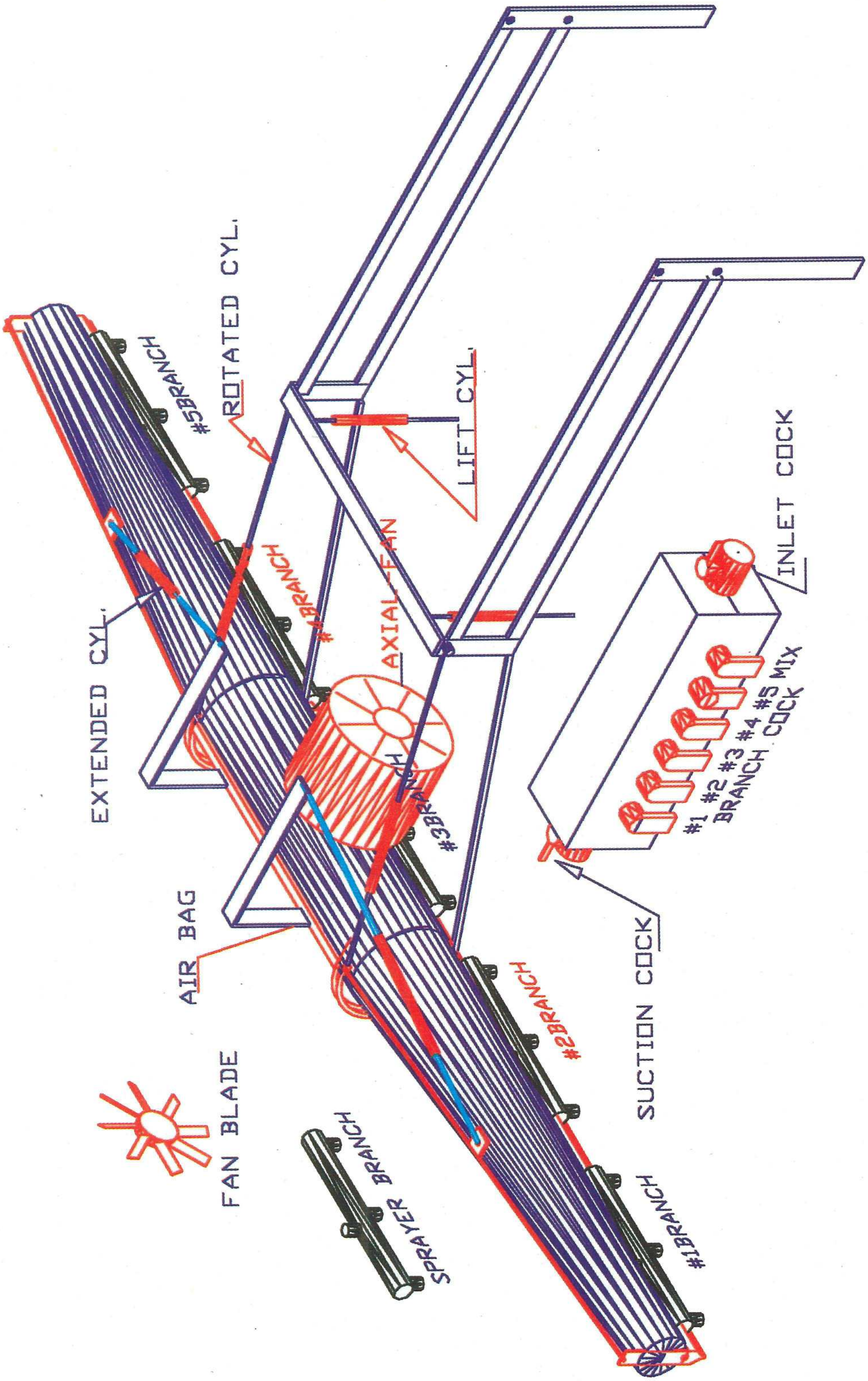


圖 2. 噴藥機構總成

Fig 2. Sketch of the Sprayer.

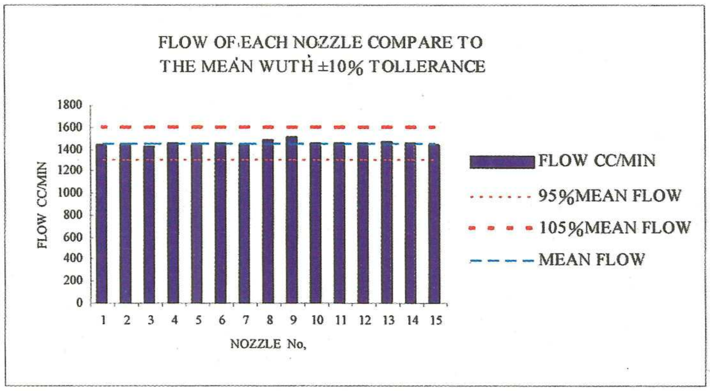
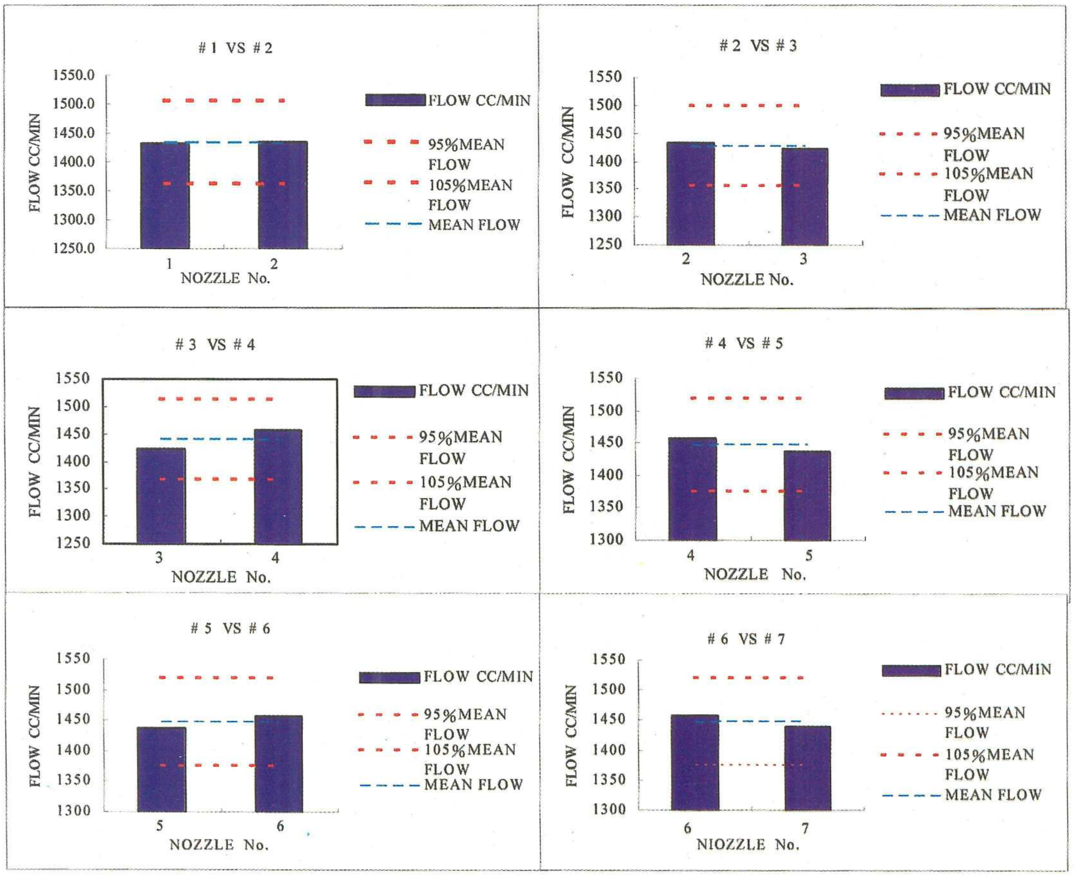


圖 3. 噴頭每分鐘流量對總平均±10 %比較

Fig. 3. The flow rate of each nozzle compared to the total average with ±10 % tolerance.



(Continued on next page)

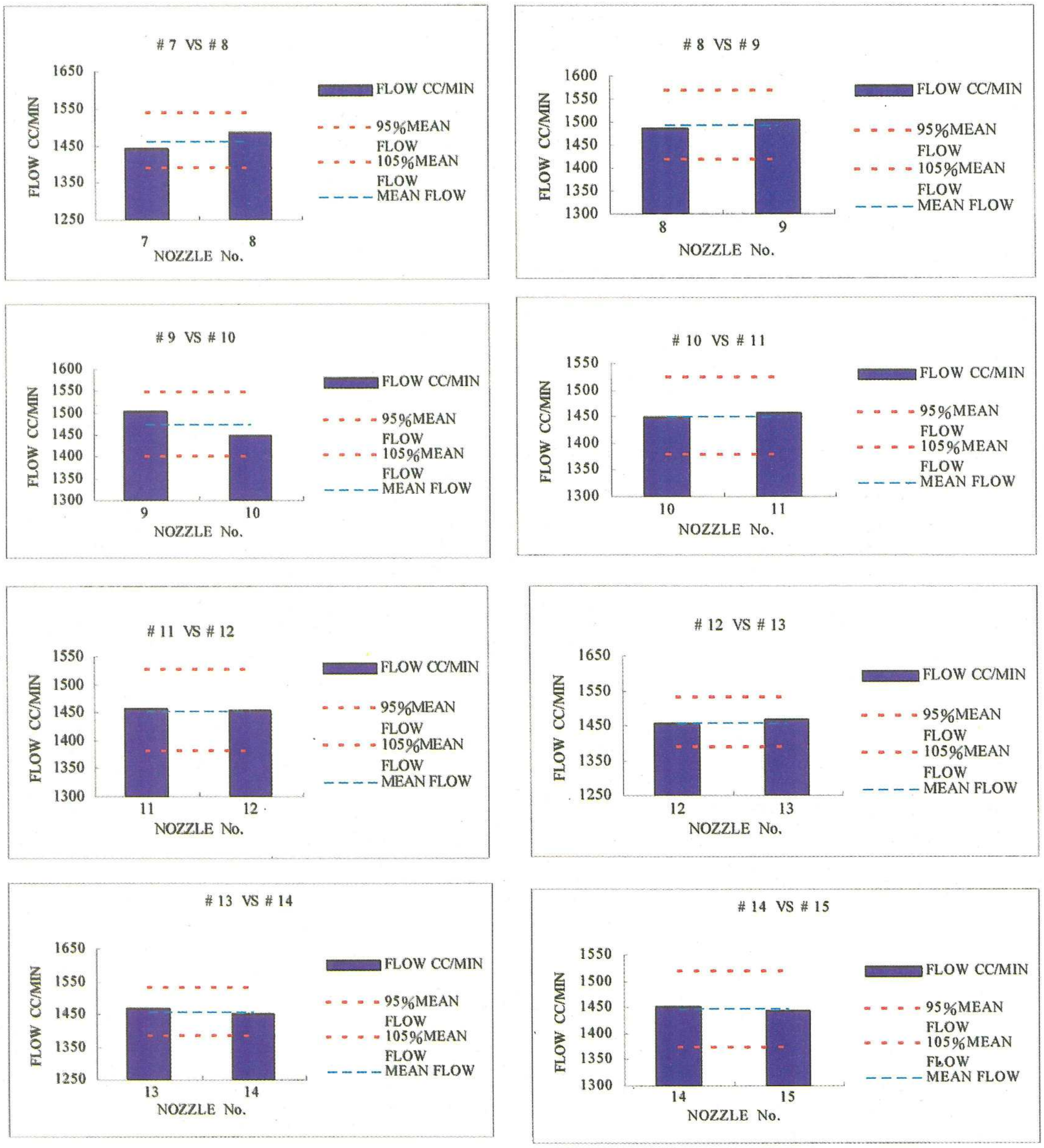


圖 4. 相鄰噴頭每分鐘流量對總平均±5 %比較

Fig. 4. The flow rate of the adjacent nozzles Compared to the average with±5 % tolerance.

相鄰噴頭平均值±5 %誤差之分佈情形等性能資料。經電子試算表計算結果，各噴頭出水量未超過總平均出水量±10 %之標準值；至於比較相鄰噴頭出水量結果，亦未超過兩者平均出水量之±5 %，顯示噴頭間之出水量分佈極爲穩定，其誤差比較圖如圖 3 及圖 4 所示，各噴頭流量及其容許誤差値如表 1。

表 1. 各噴頭每分鐘流量

Table 1. The Flow rate of each nozzle.

FLOW CC/MIN 90%	MEAN FLOW 110%	MEAN FLOW	MEAN
1432.4	1289.2	1575.6	
1434.5	1291.1	1578.0	
1422.6	1280.3	1564.9	
1457.6	1311.8	1603.4	
1436.9	1293.2	1580.6	
1457.9	1312.1	1603.7	
1440.7	1296.6	1584.8	
1485.9	1377.3	1634.5	
1503.2	1352.9	1653.5	
1447.1	1302.4	1591.8	
1455. 3	1309.8	1600.8	
1453.1	1307.8	1598.4	
1466.4	1319.8	1613.0	
1450.2	1305.2	1595.2	
1443.9	1299.5	1588.3	1452.5

㈡葉表及葉背藥液附著度：

本機在距離馬鈴薯植冠 50 cm之高度進行噴藥作業，將水試紙夾住葉片之表面及背面，並以釘書釘釘牢。俟水試紙上霧粒乾燥後，卸下各試紙觀察水試紙上因附著霧粒後變色面積之多寡與分佈情形，經由人工與標準圖鑑比較，以確定其附著度。同時利用影像處理技術[1]，經掃瞄各試紙後，利用分析軟體統計其影像像素之分佈，再與掃瞄標準圖鑑所得之結果，利用內差法以計算其對應量化附著度。以上兩種附著度表示法，目前仍未建立相關性；爲以儀器計測並量化表示附著度，仍有待進一步建立相關資料庫，藉統計技術，找出其相關係數，以建立量化指標。首先僅對藥液在葉表及葉背附著情形取樣三次，以標準圖鑑比對結果，將三次取樣之比對值平均後如表 2，葉表之附著度在 70 %以者佔總取樣樣本數之 100 %，至於葉背之附著度在 40 %以上者亦同樣高達 100 %，顯然本機之噴藥性能已達行政院農業委員會公告之國產農機性能測定標準中—桿式噴霧機之暫行測定標準。若以影像處理立場而言，其對應之量化附著度指數如表 3。至於利用標準圖鑑與影像數值兩種方法來判定農藥之附著度，前者較易因主觀判讀誤差造成所得數據間之個人差異，而後者以數值表示雖較科學，但在建立生物性功能資料庫前，似僅可供參考，要直接以影像數值表示時，仍有待往後之資料建立，與應用統計分析法以建立其相關參數之權重，以確立該影像數值之權威性。前田間試驗噴施之對象作物爲馬鈴薯，其葉片及株桿相對於甘藍菜較爲柔軟，爲確認本機在葉片較硬挺如甘藍者之作業效果。經在種植二個月已開始結球之甘藍田進行試驗（圖 10），試驗時測得離地 50 cm高大自然氣流

之流速為2—3m/s，噴頭距離甘藍植冠 48—51 cm，同樣利用水試紙收集藥液在葉片上之附著情形，以標準圖鑑比對結果，將三次取樣之比對值平均後如表 4；經分析結果顯示，葉表之附著度在 70 %以者佔總取樣樣本數之 100 %，而葉背之附著度在 40 %以上者亦同樣高達 100 %（圖 5 及圖 6）。

對於噴藥機使用輔助氣流與否，其藥霧在葉表之附著情形，從表 2 中可查知並無顯著之差異，但就葉背而言，兩者間則有明顯之差異存在，明確指出使用輔助氣流可提高藥霧在葉背之附著及確保施藥機之性能。

㈢輔助氣流速度及其流量分佈：

利用佐藤AIR—MAX SK—22A型風速檢測儀，在導氣槽下各噴頭位置量測輔助氣流之流速分佈梯度。本機之軸流鼓風機以 2,500rpm轉速作業，產生平均速度大於 20m/s 之高速氣流，該氣流自鼓風機出風口吹出後，經直徑 620 mm之連結導管進入圓錐狀氣囊，再由氣囊之梯形導引槽出口，將高速氣流吹向自噴桿上噴頭附出之低壓農藥霧粒。為檢測該輔助氣流之速度，在噴頭正下方距出口 3.5 cm處以AIR—MAX SK—22A 型風速計測得各位置之平均風速為 22.7m/s，若在噴頭正下方距出口 42 cm處檢測時，輔助氣流之平均風速為 11.5m/s，各測點之氣流速度如表 5，其氣流速度分佈如圖 7，由圖中顯見導氣槽各噴頭位置，其氣流之速度並不十分均勻，其原因有待分析，並需進一步予以改良。對在自然風速小於 4m/s 之環境下作業，具備氣輔之作業應可完全不受自然風之影響；本機在前述流速下作業，輔助氣流之單位長度氣流流量為 $0.34m^3/s/m$ [3,11]。

㈣水田作業性能觀察：

本型噴藥機在未經更換水田用輪，直接以本機所使用之橡膠輪胎在水田中行駛作業（圖 8 及圖 9），經觀察本機在水田中之作業情形，可以確定該機在水田亦能作業自如，絲毫不受水田土壤泥濘之影響，至於其噴霧性能因使用輔助氣流，其藥液附著情形應與在旱田之馬鈴藷或甘藍田作業時無太大軒輊。

表 2. 利用標準圖鑑比對在馬鈴薯之噴藥附著度指數

Table 2. The Spray deposition Index of Potato With respect to the Standard Chart.

SAMPLE	AIR—ASSISTED		NON AIR—ASSISTE	
	UPER SIDE	BOTTOM SIDE	UPPER SIDE	BOTTOM SIDE
1	100	56.7	96.7	26.7
2	100	56.7	80	46.7
3	86.7	43.3	100	23.3
4	100	76.7	100	10
5	86.7	66.7	100	33.3
6	86.7	53.5	100	26.7
7	100	70	100	20
8	96.7	73.3	86.7	16.7
9	96.7	63.3	96.7	23.3
10	90	53.3	86.7	23.3
MEAN	94.4	61.4	94.7	25.0

表 3. 利用影像技術分析在馬鈴薯之噴藥附著度指數

Table 3. The Spray deposition Index of Cabbage with respect to the Standard Chart.

SAMPLE	AIR—ASSISTED			NON AIR—ASSISTED		
	UPPER SIDE	BOTTOM SIDE	STEM	UPPER SIDE	BOTTOM SIDE	STEM
1	96.5	84.5	90	100	53	88
2	100	87	95	97.5	58.5	88.5
3	100	81	94.5	97	56.5	92
4	95	67	94	98	21	93
5	98	61	88.5	93.5	32	94.5
6	100	66.5	91	100	89	84.5
7	97.5	68	94.5	91.5	54.5	92
8	100	85	90.5	94	54	91.5
9	95	83	91	100	57	83
10	100	74.5	93	99	47	85.5
MEAN	98.2	75.8	92.2	97.1	52.3	89.3

表 4. 利用標準圖鑑比對在甘藍之噴藥附著度指數

Table 4. The Spray deposition Index of Cabbage with respect to the Sandard Chart.

UPPER SIDE	BOTTOM SIDE	STEM
100	93.3	76.7
96.7	83.3	83.3
96.7	83.3	76.7
100	90	86.7
96.7	90	86.7
96.7	86.7	90
96.7	86.7	76.7
96.7	96.7	83.3
90	86.7	83.3
100	83.3	80

表 5. 氣囊道槽不同位置氣流速度

Table 5. The Velocity Distribution of the air flow at 3.5cm beneath the outlet of the slot.

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vm/s	24	23.5	23.5	23	24	23	23	23	22	22	21.5	22	22	22	23

圖 5. 在甘藍植株上之附著情形

Fig. 5. The Spray Deposition on the cabbage.

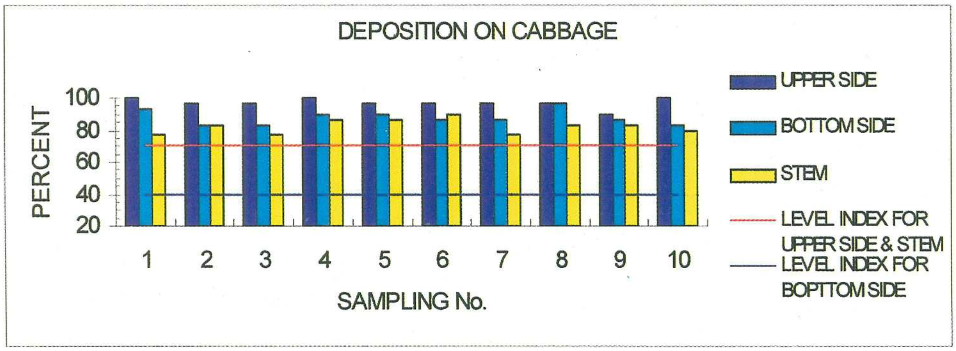


圖 6. 在甘藍植株上之附著度對標準圖鑑之比較

Fig. 6. The Spray Deposition on the cabbage with respect to the Standard chart.

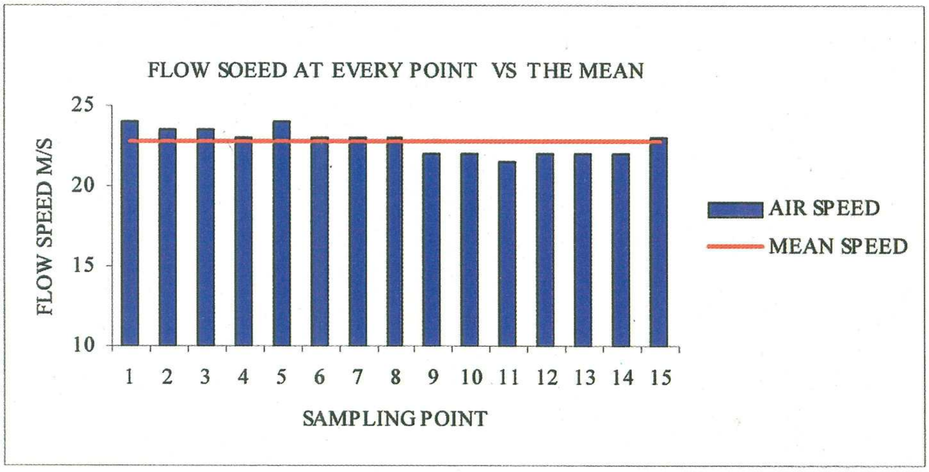


圖 7. 在出風口下 3.5cm 處輔助氣流之分佈

Fig. 7. The Velocity Distribution of the air flow at 3.5cm beneath the outlet of the slot.

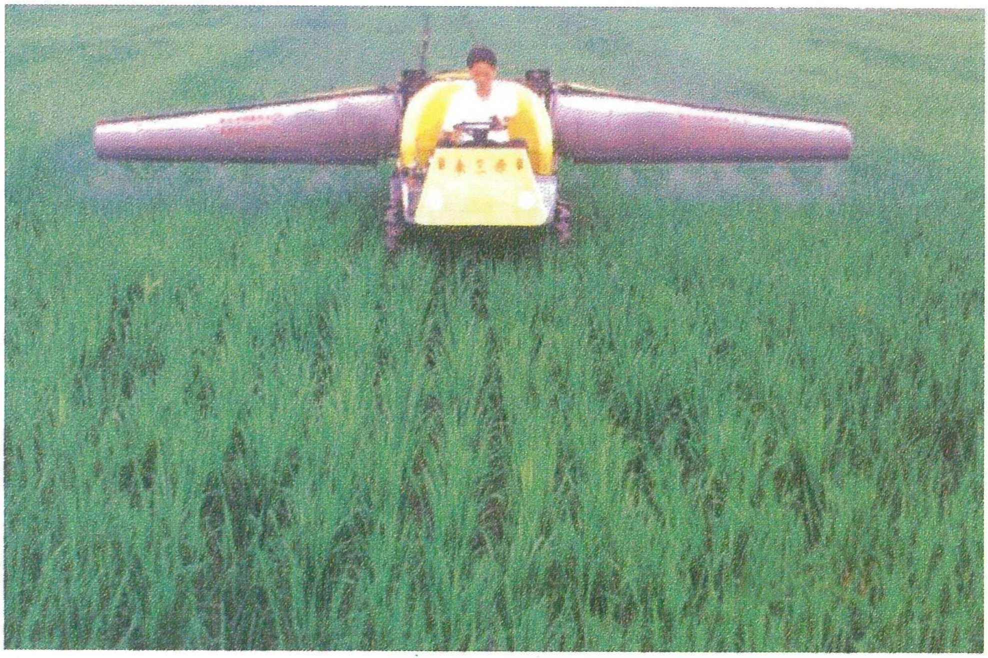


圖 8. 噴藥機在水田作業

Fig. 8. The Air-assisted boom sprayer operating at the paddy field.

圖 9. 噴藥機在水田作業後之田間

Fig. 9. The paddy field pattern after the operation of the sprayer.

圖 10. 噴藥機在甘藍作業

Fig. 10. The Air-assisted boom sprayer operating at the cabbage farm.

討　論

噴藥機噴頭流量均勻性之良否，直接影響病蟲害防治效果。而噴頭之選擇，除了必須配合作業需求使用正確之噴頭型式外，噴頭製造公差爲一必需考量之因素。在試驗取樣過程中，除了人爲之取樣誤差可導致個別噴頭出水量有差異外，噴頭製造公差不一爲形成出水量偏差之主因。經檢測部份國產噴頭，其製造公差顯失一致性，爲求本型噴霧機之正常作業性能，建議使用者應愼選適用之噴頭。此外，本機係採低壓噴霧作業，所使用之TeeJet XR11003VS噴頭爲低壓作業用，較不適合在高壓環境下使用，以免加速噴頭之蝕損，造成使用成本增加，更重要的是噴頭蝕損後，無形中改變農藥正確使用量，形成環境污染或嚴重之農藥殘留。在使用上須注意之另外一個問題爲噴頭阻塞，造成作業中噴頭阻塞之原因可能爲稀釋用水源有雜物、未使用過濾網或濾網網目太大等，爲使用上必須特別留意者。

輔助氣流之應用除了可以增加藥液在葉背之附著度，提高病蟲害之防治效果外，對降低噴藥對環境之污染，以及利用氣流之高動量，減少因自然氣流對施藥環境之限制，大幅提高噴藥機之利用率。本機之軸流式鼓風機在3,000rpm轉速下運轉時，可產生流速30m/s以上之更高速氣流，唯是否需要如此高速氣流，仍有待進一步之探討與分析。至於氣囊出風口對地角度，除了需針對作業環境氣流作適當之因應外，最佳之作業角度，尙須再作深入之檢討[3,11]，建立正確之使用技術，指導使用者操作本機，以發揮最大之機械效益。

目前對噴藥機性能中最受矚目之藥液附著度一項，因未建立量化之量測用指標，目前仍應用標準圖鑑來比對，但其正確度因人、因時而互有差異，顯然相當不科學，解決之道應整合植物保護技術，藉螢光劑試劑之施放，以追蹤並定量分析試劑附著之劑量[9]，或利用影像像素之建立，以建立量化之鑑定指標。

本型噴藥機目前使用離地65 cm之近似高架底盤，在本省農田一般作物均可應用自如，唯如應用在其他較高莖之作物時，可酌量加大離地淨空後，即可發揮本機之作業特性。

誌　謝

本研究計畫承永三源農機廠之合作、研究與開發，謹此致謝。

引用文獻

1. 邱相文。1997。影像處理技術應用於噴霧沈積之分析研究。國立中興大學農業工程學研究所碩士論文。
2. 張國輝、劉達修、蔡致榮及邱銀珍。1992。研習自動化病蟲害防治技術。行政院農業委員會農漁牧產業自動化八十一年度人才培育計畫出國研習報告。
3. 蔡致榮與H.E.Ozkan.1998。氣流屏蔽式施藥系統之設計評估。中華農業研究47(1)：71—94
4. Hislop, E. C. 1991. Air—assiste crop spraying: an introductory review. BCPCMONO NO. 46 Air—assisted spraying in crop protection. pp.3—14.
5. Hislop, E. C., N. M. Western, B. K.Cooke and R. Bulter. 1993. Experimental air—assisted spraying of young cerealplants undercontrolled conditions. Crop Protection 12: 193—200.
6. Panneton, B., H. Phillion and R. Theriault. 1996. Spary chamber evaulation of air assisted spraying. ASAE Paper No. 96—1078, ASAE, St. Joseph, MI49085.
7. Quanquin, B. J. 1995. Air—assist applied to field sprayer. Proceedings of National conference on pesticide Application Technology, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. pp.124—126.
8. Smith, D. B., F. D. Harris and B. J. Butler. 1982. Shield sprayer boom to reduce drift. Transaction of the ASAE 25(5)：1136—1140, 1147.
9. Staniland, L. N. 1959. Fluorescent trace techniques for the study of spray and dust deposits. J. Agric. Eng. Res. 4 (5)：110—125.

10. Taylor, W. A. and P. G. Anderson. 1989. The use of air assistance in field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference—Weeds 2,631—639.

11. Tsay, J. R. M. S. 1997. Effect of Pneumatic and Mechanical Shields on Spray Deposition and Drift. Ph. D. diss., The Ohio State University.

12. Watson, D. G. and R. L. Wolff. 1985. Air carrier technique for row crop spraying application. Transaction of the ASAE 28 (5) : 1445—1448.

13. Zhu, Heping. 1996. Reduction Metering Lag and Nonuniformity for Injection Sprayer Applying Highly Viscous Fluids. Ph. D. diss., The Ohio State University.

The Development of an Ait-assisted Boom-sprayer[1]

Lien-Sheng Linag, Long-Hu Lu and Shiu-Rong Yen[2]

Summary

The air- assited boom sprayer comsists of two main assemblies which are the frame with a diesel engine and the spraying system. The spraying system has five branches of hoses in which 3 pieces of TeeJet XR11003 VS nozzles are installed. By the help of air assistance, the droplet deposition on plants may be increased to a more reasonable level than that of the traditional sprying device. The flow rate of each nozzle compared to the total mean is not over the level with a tolerance of±10%around the average. And the adjacent nozzle flow difference is also within its average±5%. As to the deposition on the upper side of a leaf and the stem, more than 90% of the sampling is leading upto a 70% significant level compared to the reference index chart. With the same procedure the deposition on the bottom side of a leaf was found that more than 90% of the sampling is leading upto a 40% lvevl.

Key words : Air-assited, Boom sprayer.

1. Contribution No.1943 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Head and Senior Engineer, Specialist and Assistant, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：179～186（1998）

玫瑰消費者之消費行爲研究 [1]

潘德芳　楊世華 [2]

摘要：本研究以玫瑰花爲研究對象，探討玫瑰消費者之消費行爲相關問題，並配合消費者行爲理論及市場區隔理論，建立玫瑰之市場區隔 logit 模型，並進行實證分析，依據不同區隔市場之特徵，擬定行銷策略。研究結果發現：玫瑰的購買型態，爲玫瑰之重度購買者（玫瑰年購買額在 2,032 元以上者），約占總人數之二成，其購買量占玫瑰總購買量之七成以上；主要用於禮節（送禮）用途；消費者最重視之因素爲保鮮程度、花瓣顏色及花瓣壽命；因花語係表達精神層面之意涵，對個別消費者之重要性差異很大；玫瑰重度購買者之特性包括年紀較輕者、高個人所得及高家庭所得等，因玫瑰主要用途在於送禮表達情意，是以在產品品質與包裝設計上均非常重要。爲拓展國內花卉消費市場之規模，應可透過媒體、廣告及花卉展售會等相關活動，宣導花卉相關知識及資訊，以建立國人對花卉之正確認知與態度，並提高社會大衆購買花卉之意願。

關鍵詞：玫瑰、消費者行爲、市場區隔、logit 模型 。

前　言

花卉是臺灣高經濟作物之一，但在目前貿易自由化及市場開放之趨勢下，國產花卉將面臨進口花卉之競爭，是以如何調整國產花卉之產銷策略，則爲相當重要之課題。

鑒於以往花卉產銷之相關研究，較著重於三方面，一爲整體花卉產業之研究，有李哖(4)及謝俊雄(13)等，二爲花卉運銷之研究，有顏春蘭(14)、李順成(5)、蔡金龍(11)及陳連勝(9)等，三爲花卉消費行爲之研究，有顏春蘭(14)、黃萬傳(10)及李皇照(3)等；有關市場區隔之研究，係屬消費者行爲研究之延續，惟針對農產品方面之市場區隔文獻則較少。本研究係以玫瑰花爲研究對象，探討玫瑰消費者之消費行爲相關問題，並利用人口統計變數及生活型態變數等變數特徵，作爲市場區隔之分析依據，期藉以作爲建立玫瑰行銷組合之參考。

本研究之研究目的分述如下：

一、探討玫瑰消費者之消費行爲。

二、利用購買量多寡之變數，將玫瑰消費者予以事前區隔。

三、運用計量分析方法，探討各市場區隔間的人口統計變數及生活型態變數是否有差異，找出不同市場區之特徵。

四、瞭解不同市場區隔特徵後，研擬適當之行銷組合，提供有關單位參考。

研究方法與資料來源

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1944 號。
2. 本所農業經濟系研究員兼系主任及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

一、理論架構

配合消費者行爲理論及市場區隔理論等，建立玫瑰之市場區隔logit模型，並進行實證分析，模型之建立與評估分述如下：

(一)本研究之 logit 模式（爲 Binary logit ，即雙元 logit）：

logit 模型係屬質量模式（Quantal Model）的一種，用於依變數（Dependent Variable）(Y_i) 無 法量化，而爲二分之定性資料時，例如有或沒有，是或不是等型態之資料，一般將有或是以"1"代表，而沒有或不是以"0"代表（7，P.24—26）。

假設玫瑰花購買量的多寡，爲人口統計變數和生活型態變的函數，該函數可表爲：

$$
\begin{aligned}
Y_i = & \beta_{0i} + \beta_{1i}(SEX) + \beta_{2i}(AGE) + \beta_{3i}(MAR) + \beta_{4i}(EDU) + \beta_{5i}(PIN) + \beta_{6i}(FIN) \\
& + \beta_{7i}(PEO) + \beta_{8i}(FAR) + \beta_{9i}(LAR) + \beta_{10i}(MER) + \beta_{11i}(SOL) + \beta_{12i}(SER) \\
& + \beta_{13i}(STU) + \beta_{14i}(HOU) + \beta_{15i}(Fact1) + \beta_{16i}(Fact2) + \beta_{17i}(Fact3) \\
& + \beta_{18i}(Fact4) + \beta_{19i}(Fact5) + \beta_{20i}(Fact6) + \beta_{21i}(Fact7) + \beta_{22i}(Fact8)
\end{aligned}
$$

$i = 1,2,3$ 總計 3 條方程式

其中 Y_i：表 3 個事前區隔變數

β_{0i}：表截距項

β_{ji}：表未知參數 $j = 1,2,\cdots\cdots 22$

1. 事前區隔變數（Y_i）：依購買金額之多寡，將玫瑰購買者分爲重度、中度及未購買者三類。各變數之說明及衡量方式如表 1 所示。

表 1. 事前區隔變數之定義

Table 1. The definition of prior segment variables.

變數名稱[z]	意義說明	衡量方式
CH	玫瑰之重度購買者	玫瑰年購買額在 2,032 元以上者
CM	玫瑰之中度購買者	玫瑰年購買額在 1～2,031 元者
CL	未購買玫瑰者	玫瑰去年購買額 0 元者

[z] 所有變數均爲虛擬變數設定，亦即凡合於意義說明者，其値爲"1"，不合者爲"0"。

2. 人口統計變數（X_i）：人口統計變數包括性別、年齡、婚姻、學歷、個人所得、家庭所得、同住家人數、職業（分爲農業、工業、商業、軍公教、服務業、學生、家管）。上述各變之說明及衡量方式如表 2 所示。

表 2. 人口統計變數之定義

Table 2. The definitionmographic variables.

變數名稱	意義說明	衡量方式
SEX	性別	男-1，女-0
AGE	年齡	受訪者之年齡數
MAR	婚姻	已婚-1，未婚-0
EDU	學歷	含大專以上-1，含高中以下-0
PIN	個人所得	受訪者之個人月平均所得額
		區分爲 14 組，以 1，2，……14 表示
FIN	家庭所得	受訪者之家庭月平均所得額
		區分爲 14 組，以 1，2，……14 表示

（續）

PEO	同住家人數	受訪者之家庭同住人口數
FAR	農人	職業爲農人者-1，其他-0
LAR	工人	職業爲工人者-1，其他-0
MER	商人	職業爲商人者-1，其他-0
SOL	軍公教	職業爲軍公教者-1，其他-0
SER	服務業	職業爲服務業者-1，其他-0
STU	學生	職業爲學生者-1，其他-0
HOU	家管	職業爲家管者-1，其他-0

3.生活型態變數（A_k）：

本研究爲探求受訪者生活型態因素與花卉消費行爲之關係，先依據Plummer所定義之27個A.I.O(Activity、Interest、Opinion)層面，設計28題生活型態敘述句。做因素分析之前，先以巴萊特（Barlett）球形檢定及KMO抽樣適合性檢定，來檢定及衡量這些變數是否適合進行因素分析，經檢定後，KMO ＝ 0.81832，而巴萊特球型檢定統計量＝ 3463.7，在α＝ 0.01下達統計顯著水準，二者均顯示生活型態變數適合做因素分析。

通過檢定後，再將受訪者對生活型態題目之評分進行因素分析（15，p.124—156），採用主要因素法（Principal Factor Analysis）作爲因素方式，得到八個特徵値大於一之生活型態變數，其解釋變異量爲 54.4 ％。其次以最大變異數法（Varimax）進行直交轉軸，並依各敘述句在各因素上的因素負荷量大小，確定各因素所含之敘述句，再以其敘述句中較高因素負荷量之敘述句爲該因素命名，而得到八個主要因素，作爲生活型態變數。由表3知，因素一命名爲「愛買外貨」；因素二命名爲「花卉資訊」；因素三命名爲「愛好自然」；因素四命名爲「經常外食」；因素五命名爲「經驗分享」；因素六命名爲「降價採購」；因素七命名爲「獨行個性」；因素八命名爲「空暇運動」，合計上述八個因素之累計解釋變異量 54.4 ％。有關生活型態變數之定義與衡量方式如表4所示。

表 3. 生活型態之因素命名

Table 3. The names of lifestyle variables.

因素	因素名稱	因素構面內容	因素負荷	特徵值	解釋變異量	累積解釋變異量
一	愛買外貨	27.一般而言，我比較喜歡購買進口的國外產品	0.75308	4.7265	16.9 %	16.9 %
		28.多花些錢買到自己滿意的東西，是我的購物原則	0.75189			
		12.我喜歡名牌產品	0.69242			
		4.我在服飾上的花費很多	0.50504			
二	花卉資訊	19.我經常去逛花市	0.74684	2.8661	10.2 %	27.1 %
		10.我知道不同切花的花語	0.62582			
		20.我在購買產品時，常會去蒐集相關資訊	0.5742			
		18.我會注意花卉展覽的相關資訊	0.55789			
		9.照顧花卉很有趣	0.52998			

（續）

三 愛好自然	15.我愛好大自然	0.76227	1.5850	5.7 %	32.8 %
	16.我喜歡帶有藝術氣質及美感的事物	0.72455			
	21.花有美化生活的作用	0.52262			
	7.我很重視節慶活動	0.40012			
四 經常外食	2.我經常在外用餐	0.73157	1.4276	5.1 %	37.9 %
	13.我經常吃速食	0.62764			
	17.我喜歡追求時尙與新的嘗試	0.48888			
五 經驗分享	24.我常把自己使用過產品的經驗，告訴別人	0.65586	1.3385	4.8 %	42.7 %
	22.除了工作之外，我多半待在家裡	0.56446			
	23.我凡事喜歡自己來，不依賴別人	0.53822			
	25.廣告可以幫助我們選擇和比較產品的優劣	0.50752			
	26.我會依不同節日與場合選購花卉種類	0.4831			
六 降價採購	5.我喜歡在降價拍賣時採購	0.73221	1.1726	4.2 %	46.8 %
	11.我喜歡貨比三家	0.63385			
	6.我常去美術館	0.50935			
七 獨行個性	14.我常堅持己見	0.6496	1.0888	3.9 %	50.7 %
	8.我經常獨來獨往	0.61851			
八 空暇運動	1.我會利用空暇做運動	0.66099	1.0334	3.7 %	54.4 %
	3.我常看電視或報章雜誌	0.61437			

表 4. 生活型態變數之定義

Table 4. The definition of lifestyle variables.

變數名稱	意義說明	衡量方式
Fact1	愛買外貨	因素得分
Fact2	花卉資訊	因素得分
Fact3	愛好自然	因素得分
Fact4	經常外食	因素得分
Fact5	經驗分享	因素得分
Fact6	降價採購	因素得分
Fact7	獨行個性	因素得分
Fact8	空暇運動	因素得分

㈡模型的評估

本研究之模型評估重點在於模型配適度（Goodness of fit）的檢定，以及解釋變數顯著性之測定。有關配適度之檢定可分爲概似比例檢定值（likelihood ratio test）、Mcffadden R-Square 及預測準確度（% of right prediction），茲分述如下：

1. 概似比例檢定值（likelihood ratio test）：用以檢定模型配適度，爲估計參數之聯合顯著性檢定，所計算之檢定值，服從自由度爲所有估計參數數目減一之卡方分配，當該檢定值大於某一顯著水準下之卡方臨界值時，即棄卻虛無假設 H_0，而接受至少有一參數值不爲 0 之對立假設。
2. Mcffadden R-Square：係 Mcffadden 於 1974 年所提出之適用於質量模型配適度診斷之指標，Mcffadden R^2 值愈大，表示模型之配適度愈高。

3. 預測準確度（% of right prediction）：用以表示模型之預測能力，當因變數之觀測值爲 1 時，其預測準備度大於 50 %表示準確。至於個別解釋變數顯著性之檢定，除計算其 t 值以檢定該變數是否顯著外，並以均點彈性（Elasticity at mean，即計算個別解釋變數 X_k 平均值時對 Y 之彈性），顯示該解釋變數之影響力。

二、資料來源：

本研究的資料來源有「原始資料」與「次級資料」二類，其中「原始資料」係以本研究所設計之花卉消費者調查問卷，針對臺北市、臺中市及高雄市地區之居民，以非隨機抽樣之「配額抽樣」方式進行，計畫調查份數合計爲 612 份，有關樣本抽樣分配表詳如表 5 所示。

表 5. 樣本抽樣分配

Table 5. The distribution of sampling.

	15-19 歲	20-29 歲	30-39 歲	40-49 歲	50-59 歲	60 歲以上	小計
臺北市	4	53	70	44	20	13	204
臺中市	24	45	54	43	21	21	208
高雄市	24	46	46	40	21	23	200
小計	52	144	170	127	62	57	612

結果與討論

一、消費行為分析

㈠受訪者對花卉喜好順序（如表 6）：本研究所列出之 15 種花卉中，喜好順序排名第一者爲玫瑰花，第二及第三者分別爲百合及鬱金香。

表 6. 受訪者對花卉喜好順序

Table 6. The favorite rank of flowers.

種類	總得分	排名	種類	總得分	排名	種類	總得分	排名
玫瑰花	1645	1	文心蘭	646	6	虎頭蘭	327	11
百合	1478	2	康乃馨	613	7	劍蘭	300	12
鬱金香	912	3	天堂鳥	418	8	小菊	198	13
蝴蝶蘭	746	4	火鶴花	402	9	大菊	160	14
海芋	683	5	洋桔梗	370	10	聖誕紅	160	14

㈡受訪者購買玫瑰之考慮因素重要性（如表 7）：

1. 考量因素前三位重要者爲「保鮮程度」、「花瓣顏色」及「花瓣壽命」，顯示這些因素值得加以重視，因爲誰能掌握這些因素，誰就能掌握消費者。
2. 有些因素對消費者的重要性差異很大，如「花語」、「包裝設計」及「花店氣氛」等，應可發展不同行銷策略，來吸引不同之消費者。

㈢受訪者最常購買玫瑰地點（如表 8）：依序爲花店、傳統市場及假日花市。

㈣玫瑰購買用途與金額（如表 9）：平均每人一年購買玫瑰金額爲 2,032 元，用途以禮節爲主（占 44.3 %），裝飾（占 23.9 %）及節慶（占 22.7 %）所占比率亦不低。

表 7. 受訪者購買玫瑰之考慮因素重要性

Table 7. The considerable factors of buying roses.

因素	價格	花瓣顏色	花形大小	花瓣壽命	花語	保鮮程度	香味	包裝設計	店員態度	花店氣氛	交通便利
平均得分	4.27	4.45	4.17	4.39	3.61	4.51	3.93	3.95	4.04	3.76	4.04
排名	4	2	5	3	11	1	9	8	6	10	6

表 8. 受訪者最常購買玫瑰地點

Table 8. The places of frequently buying roses.

購買地點	傳統市場	花店	假日花市	批發市場	向花農購買	超市或量販店	其他
總得分	718	1164	607	467	170	131	44
排名	2	1	3	4	5	6	7

表 9. 玫瑰購買用途與金額

Table 9. The purposes and amounts of buying roses.

種類	平均每人年購買金額（元）				
	宗教	裝飾	禮節	節慶	合計
玫瑰	185	486	900	461	2032
（百分比）	（9.1 %）	（23.9 %）	（44.3 %）	（22.7 %）	（100 %）

二、logit 模式測定結果

本研究所設定之模型，共有 3 條方程式，並以 Newton—Raphson 反覆法求解估算參數，所得結果分述如下：

㈠玫瑰之重度購買者（CH）

在 612 個觀測值中有 144 人係屬玫瑰之重度購買者，占總人數比率爲 23.5 %，其購買量占玫瑰璁購買量之比率爲 76.7 %。在估計參數之聯合顯著性檢定方面：概以比例值爲 59.7307（p—value ＜ 0.005），Mcffaden R—Square 爲 0.09，預測準確爲 75.7 %。各估計參數在α＝ 0.01 顯著水準下，t 值顯著者有花卉資訊（均點彈性 1.227）及家庭所得（均點彈性 0.463）；在α＝ 0.05 顯著水準下，t 值顯著者有愛好自然（均點彈性 1.410）、獨行個性（均點彈性 - 0.676）及個人所得(均點彈性 0.249)；在α＝ 0.1 顯著水準下，t 值顯著者有經驗分享（均點彈性 - 1 .096）、經常外食（均點彈性 0.646）、年齡（均點彈性 - 0.515）及商人（均點彈性 0.079）。是以玫瑰之重度購買者，可區隔爲較會蒐集花卉資訊者、高家庭所得、具有愛好自然特質、年較輕者、以商人爲職業者。

㈡玫瑰之中度購買者（CM）

在 612 個觀測值中有 430 人係屬玫瑰之中度購買者，占總人數比率爲 70.3 %，其購買量占

玫瑰總購買量之比率爲 23.3 %。在估計參數之聯合顯著性檢定方面：概似比例值爲 41.0778（0.005 < p—value < 0.01），Mcffaden R—Square 爲 0.06，預測準確度爲 70.6 %。各估計參數在α= 0.01 顯著水準下，t 値顯著者計有家庭所得（均點彈性- 0.155）；在α= 0.05 顯著水準下，t 値顯著者有個人所得（均點彈性- 0.073）；在α= 0.01 顯著水準下，t 値顯著有花卉資訊（均點彈性- 0.199）、婚姻（均點彈性 0.079）、家管（均點彈性- 0.038）、商人（均點彈性- 0.029）及農人（均點彈性- 0.024）。是以玫瑰之中度購買者，可區隔爲低家庭所得、低個人所得、較不會蒐集花卉資訊者、已婚者、非家管或商人或農人之其他職業者。

㈢未購買玫瑰者（CL）

在 612 個觀測值中有 38 人係屬未購買玫瑰者，占總人數比率爲 6.2 %，其購買量占玫瑰總購買量比率爲 0 %。在估計參數聯合顯著性檢定方面：概似比例值爲 56.0932（p—value < 0.005），Mcffaden R—Square 爲 0.20，預測準確度爲 94.3 %。各估計參數在α= 0.05 顯著水準下，t 値顯著者計有愛好自然（均點彈性- 3.615）、經常外食（均點彈性- 2.059）及獨行個性（均點彈性 1.724）；在α=0.1 顯著水準下，t 値顯著者計有花卉資訊（均點彈性- 1.815）、降價採購（均點彈性 1.533）、年齡（均點彈性 1.101）及性別（均點彈性 0.213）。是以未購買玫瑰者，可區隔爲不具有愛好自然特質、不具有經常外食特質、具有獨行個性特質、較不會蒐集花卉資訊者、具有降價採購特質、年齡較大者、男性。

結　語

一、玫瑰之「保鮮程度」、「花瓣顏色」及「花瓣壽命」是消費者最重視之因素，爲生產者及銷售者應重視之項目。至於「花語」之重要性排名最後，係因消費者認爲重要與不重要者呈現兩極，若能使消費者瞭解各花語之意涵，進而引發消費大衆對花卉之需求，應是具有可發展空間。

二、玫瑰之重度購買者，約占總人數之二成，其購買量占玫瑰總購買量之七成左右，爲生產者及銷售者應積極掌握之銷售對象。又因玫瑰之主要用途爲送禮表達情意，而其重度購買者之特性爲年齡較輕者、高個人所得及高家庭所得等，是以可加強產品品質與包裝設計，以滿足重度購買者之需求。

三、玫瑰之重度購買者較會蒐集「花卉資訊」，顯示經常逛花市、瞭解花語、會注意花卉展覽相關資訊及認爲照顧花卉很有趣之花卉購買者，其花卉購買支出較多，因此爲拓展國內花卉消費市場之規模，應可透過媒體、廣告及花卉展售會等相關活動，宣導花卉相關知識資訊，將可提升國人對花卉之正確認知與態度，增加購買花卉之意願。

誌　謝

本研究承蒙行政院農業委員會 87 科技—1.8—輔—01—04(2)經費補助，謹表謝忱。

引用文獻

1. 方世榮。1996。行銷學。185—215 頁。三民書局。臺北。
2. 石齊平、郭照榮。1987。當代計量經濟學。440—460 頁。三民書局。臺北。
3. 李皇照、楊葆茜。1995。臺北市和臺中市家計單位花卉消費行爲之研究。國立中興大學農產運銷研究所。
4. 李哖。1991。臺灣切花產業發展策略規劃。國立臺灣大學園藝系。
5. 李順成。1990。臺灣花卉運銷組織與銷售制度之研究。國立臺灣大學農業經濟研究所。
6. 吳豐志。1994。信用卡之市場區隔與定位之研究。東海大學企業管理研究所碩士論文。
7. 宗安平。1991。臺北市果汁市場區隔化之研究。國立臺灣大學農業經濟研究所碩士論文。
8. 陳建任。1992。臺中地區民衆 KTV 消費行爲與市場區隔化之研究。東海大學企業管理研究所碩士論文。

9. 陳連勝、施孟隆、陳唐平、張永松。1996。火鶴花運銷之經濟研究。國立中興大學農業經營學系。
10. 黃萬傳、謝俊雄、鍾鎮東。1991。臺灣地區花卉消費行爲研究與拓銷策略規劃。屏東農業專科學校農業經濟系。
11. 蔡金龍。1992。臺北花卉批發市場營運績效之經濟評估。國立臺灣大學農業經濟研究所論文。
12. 劉舉弘。1995。休閒住宅市場區隔之研究。國立臺灣大學商學研究所碩士論文。
13. 謝俊雄等。1991。臺灣地區切花產業策略規劃一市場潛力與運銷策略規劃。屏東農業專科學校。
14. 顏春蘭。1987。臺北市花卉運銷產業之研究。臺北市市場管理處。
15. 羅積玉。1989。多元統計分析方法與應用。124—156 頁。科技圖書股份有限公司。臺北。
16. Kotler, Philip. 1980. Marketing Management: Analysis, Planning and Control. PP.141—142. Prentice—Hall, Inc.
17. Shazam User's Reference Manual Version 7.0.1993. pp.251—262. McGraw—Hill Book Company.
18. Yorman, Wind. 1978. Issues and Advance in Segmentation Research. Journal of Marketing Research 15:317—320.

A Study on Buying Behavior of Rose Consumers[1]

Te-Fang Pan and Shi-Hua Yang[2]

Summary

The purpose of this paper is to inquire into the behavior of rose consumers and the segmentation of rose markets in Taiwan. For this purpose, the theories of consumers' behavior and market segmentation are developed. Factor analysis was mainly applied on rose consumption; logit model estimation was especially used on the segmentation of rose market. The results showed theat twenty percent of consumers were ones with high consumption of rose, accounting for seventy percent of total rose supplies.Consumers buy roses mainly for making gifts and are thought as high brightness,color and life of the rose's petals. In addition, rose language is also an important reason in rose consumption. Moreover, roses were consumed mostly by people with elegance or highly-income families. The results indicate age and income as well as characteristics of rose petals have a great influence on rose consumption and segmentation of rose market.It is, therefore, that the development of highly quality of roses could advance its market share in the future.

Key words： Roses, Consumers' behavior, Market segmentation, Logit model.

1. Contribution No. 1944 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Researcher and Head, Assistant Researcher, Department of Agricultural Economics, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中 華 農 業 研 究

第四十七卷　第二期

中華民國八十七年六月出版

發行人：林俊義

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）

王強生　呂秀英　郭益全　陳一心

楊純明　劉大江　劉新裕　蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）

王德男　施昭彰　徐信次　劉政道

歐錫坤

農化組：林木連（主審）

王鐘和　吳繼光　郭鴻裕　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）

安寶貞　林正忠　張清安　程永雄

蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）

王清玲　何琦琛　周樑鎰　陳炳輝

陳健忠　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）

黃禮棟　賴建洲　蔡致榮

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 47, No.2 June 1998

JOURNAL

AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER：Director, Chien-Yih Lin

EDITOR IN CHIEF：Ching-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD：

Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)

Mu-Lien Lin (Agri. Cheistry)

Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering)

Kang-Chen Lo (Applied Zoology)

Hung-Shung Lu (Agronomy)

Jin-Torng Peng (Plant Pathology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD：

Pao-Jin Ann	Chin-An Chang	Bing-Huei Chen
Chien-Chung Chen	Yi-Shin Chen	Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng	Liang-Yih Chou
Horng-Yuh GUo	Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu
Li-Duhng Huarng	Yih-Chuan Kuo	Chien-Chou Lai
Cheng-Chung Lin	Tsung-Dao Liou	Dah-Jiang Liu
Hury-Ing Liu	Sin-Yie Liu	Hsiu-Ying Lu
Shyi-Kuan Ou	Jau-Chang Shih	Wu-Hsiung Tsai
Hsin-Sheng Tsay	Chan-Sen Wang	Chan-Sen Wang
Chong-Ho Wang	Der-Nung Wang	Der-Nung Wang
Chwen-Ming Yang		

Reviewers of Resated Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853870046

Vol. 47, No. 2 June 1998

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Production of Lowland and Upland Rice to Soil Water Deficits in Different Crops. Ⅰ. Differences in Growth and Yield ························ Ming-Hsing Lai, Chwen-Ming Yang and Yih-Chuan Kuo··· 95

Geographic Distribution and Genetic Diversity for Morphological Characters in a World Germplasm Collection of Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) ···················· Shu Chen, Cheng Chen, Ming-Jen Fan and Samson C. S. Tsou···108

Ethylene Production of *Oncidium* Flower and the Change of Flower Quality Affected by Ethylene Treatment and Pollinia Cap Removal ········ Chao-Chia Huang···125

Seasonal Occurrence and Chemical Control of Indian-jujube Leafhopper *(Quadria pakistanica)*(Homoptera : Cicadellidae) in Taiwan···Hung-Chich Wuen···135

Validation of a Field Monitoring System for BPU-Type IGR Resistance in the Diamondback Moth, *(Plutella xylostella)*-Presumed Working Scheme Based on IRAC Method No.7 (Leaf Dipping Method)······················Edward Y. Cheng and Ching-Hua Kao···142

A Check List of Dermaptera (Insecta) of Taiwan······················Liang-Yih Chou···159

The Development of an Air-assisted Boom-sprayer ································Lien-Sheng Liang, Long-Hu Lu and Shiu-Rong Yen···164

A Study on Buying Behavior of Rose Consumers········ Te-Fang Pan and Shi-Hua Yang···179

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China